



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Diseño De Una Mini Central Hidroeléctrica, Para Suministrar Energía Al
Recreo Turístico La Catarata – Distrito, Provincia - Jaén, Departamento -
Cajamarca -2016”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

ODIEL GUTIÉRREZ LLAMO

ASESOR

ARTURO JOSÉ NAVARRETE NÚÑEZ
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

LINEA DE INVESTIGACIÓN

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, DISTRIBUCIÓN

JAEN – PERU

2016

PAGINA DEL JURADO

ING. PEDRO DEMETRIO REYES TASARA
PRESIDENTE

ING. JOSÉ ARTURO NAVARRETE NUÑEZ
SECRETARIO

ELMER DANIEL SANTA CRUZ SUAREZ
VOCAL

DEDICATORIA

Dedicado con mucho amor y cariño a mis 03 hijos que son mis motores y motivos: Shirley Mileiny, Alexander Odiel y Juan Pablo; para mis queridos padres: Segundo Pablo y Gaudencia, para mis hermanos, especialmente mi hermana Nimia; quienes, con su apoyo moral, amor, ejemplo y sacrificio han hecho de mí una persona exitosa y triunfadora en la vida, y han sido mi apoyo y mi fuerza que me han llevado a culminar con éxito esta segunda carrera que es de mucha importancia para mi vida personal y Profesional.

También quiero dedicarle a la “Madre de mis Hijos”, al amor de mi vida, a mi familia, a mis amigos y compañeros de trabajo, quienes, con sus consejos, apoyo moral y comprensión, han estado siempre conmigo, pidiéndole a Dios para seguir adelante, y así conseguir mis objetivos propuestos.

Odiel Gutiérrez Llamo

AGRADECIMIENTO

Agradezco al todo poderoso omnipotente Jehová mi Dios, por darme la vida, salud, fortaleza, sabiduría y la oportunidad para seguir adelante, superándome en mi vida personal y profesional, y seguir adquiriendo nuevos conocimientos teóricos - prácticos para aplicarlos en favor del desarrollo de la empresa donde laboro actualmente “Electro Oriente S. A.”; y por ende en favor del desarrollo de mi comunidad, de mi región y de mi País.

Un agradecimiento muy especial a mis padres, a toda mi familia y amigos que siempre me brindaron su apoyo moral e incondicional para alcanzar mis metas y objetivos en mi segunda etapa de mi formación profesional.

Mi agradecimiento personal a los Ingenieros: Victor Olger Llalla Vargas, Danger Becerra Montalvo y Andrés A. Becerra Montalvo, por haber estado siempre en todo momento, guiándome, asesorándome y brindándome su apoyo desinteresado, para poder culminar con éxito el desarrollo de la tesis de investigación y por ende, mi carrera profesional.

Asimismo agradezco a la prestigiosa universidad “César Vallejo” y a toda su plana de profesionales docentes, quienes me brindaron y transmitieron conocimientos y experiencias muy valiosas, en el transcurrir de toda mi formación Profesional, haciendo de mí, un profesional competitivo en la sociedad.

El Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **ODIEL GUTIÉRREZ LLAMO**, con DNI N° 27718180, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la **Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la **Universidad César Vallejo**.

Jaén, 26 de Diciembre de 2016.

ODIEL GUTIÉRREZ LLAMO
DNI: 27718180

PRESENTACIÓN

El presente estudio titulado “Diseño de una Mini Central Hidroeléctrica, para suministrar energía al recreo turístico La Catarata, distrito, provincia - Jaén, departamento - Cajamarca - 2016”, lo conforma los siguientes capítulos:

I.- CAPÍTULO Se investiga el problema, teniendo en cuenta la realidad problemática, trabajos previos, teoría relacionada al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos.

II.- CAPÍTULO Se establece el método realizando el diseño de investigación; el tipo de estudio, las variables dependiente e independiente, operación de variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los instrumentos, métodos y análisis de los datos, y los aspectos éticos.

III.- CAPÍTULO Se desarrolla los resultados teniendo en cuenta los datos obtenidos de los instrumentos de recolección de datos, se desarrolla una mini central hidroeléctrica con relación a los cálculos y diseños previos trabajados.

IV.- CAPÍTULO Se presenta y realiza la discusión entre los resultados obtenidos y las teorías desarrolladas en los antecedentes de investigación presentados previamente.

V.- CAPÍTULO Las conclusiones, aquí se demuestra de una manera muy clara los resultados obtenidos en todo el desarrollo de éste proyecto de investigación.

VI.- CAPÍTULO Las recomendaciones basadas en los resultados para mejorar el proyecto de investigación, lo cual hará posible el éxito de éste proyecto de tesis.

VI.- CAPÍTULO Las referencias tomadas para éste proyecto de investigación, compromete todo lo referente al material bibliográfico utilizado en todo el desarrollo del proyecto de tesis.

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2 Trabajos Previos.....	14
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	17
1.4. Formulación del problema.....	27
1.5. Justificación del Estudio.....	27
1.6. Hipótesis.....	29
1.7. Objetivos.....	29
2. MÉTODO	30
2.1. Diseño de la Investigación.....	30
2.2. Variables, Operacionalización.....	30
2.3. Población y Muestra.....	32
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y Confiabilidad..	32
2.5. Métodos de análisis de datos.....	33
2.6. Aspectos éticos.....	33
3. RESULTADOS	34
3.1. Máxima demanda.....	34
3.2. Cálculo de Potencia.....	34
3.3. Selección del tipo de turbina.....	36
3.4. Sistema de Transmisión.....	36

3.5 Generador Eléctrico.....	36
3.6. Obras civiles.....	36
3.7. Análisis de Costo-Beneficio de la Mini Central Hidroeléctrica.....	38
4. DISCUSIÓN.....	40
5. CONCLUSIÓN.....	41
6. RECOMENDACIÓN.....	42
7. REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	45
Anexo 01.....	46
Anexo 02.....	46
Anexo 03.....	47
Anexo 04.....	47
Anexo 05.....	48
Anexo 06.....	49
Anexo 07.....	49
Anexo 08.....	51
Anexo 09.....	54
Anexo 10.....	54
Anexo 11.....	55
Anexo 12.....	56
Anexo 13.....	58
Anexo 14.....	59
Anexo 15.....	60
Anexo 16.....	61
TABLAS.....	62
Tabla 01.....	63
Tabla 02.....	63
Tabla03.....	64
Tabla 04.....	64
Tabla 05.....	65

Tabla 06.....	67
Tabla 07.....	68
Tabla 08.....	69
PLANOS.....	70
PLANOS N° 01.....	71
PLANOS N° 02.....	72
PLANOS N° 03.....	73
PLANOS N° 04.....	74
PLANOS N° 05.....	75
PLANOS N° 06.....	76
PLANOS N° 07.....	77
ANEXO FOTOGRAFICO.....	78
FOTO N° 01.....	79
FOTO N° 02.....	80
FOTO N° 03.....	81
FOTO N° 04.....	83
FOTO N° 05.....	86
FOTO N° 06.....	87
FOTO N° 07.....	87
FOTO N° 08.....	88

RESUMEN

El presente trabajo tiene como título “Diseño De Una Mini Central Hidroeléctrica, Para Suministrar Energía Al Recreo Turístico La Catarata – Distrito, Provincia - Jaén, Departamento - Cajamarca -2016” y tiene como objetivo el estudio para la realización de una mini Central Hidroeléctrica , siendo del tipo aplicada ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación pretenden solucionar un problema práctico y por observación de fenómenos que son condicionados por el investigador y no experimental por que no se manipularan las variables.

Este proyecto se justifica en lo económico, social, ambiental y técnico por la energía de calidad que brindaría al Recreo Turístico La Catarata, sin interrupciones y a bajo costo, con cero impacto ambiental, creando puestos de trabajo a los moradores de la zona durante su construcción, impactando en su economía directamente.

Concluyendo en que el diseño de esta mini central afectará positivamente a la economía del recreo y de la sociedad involucrándolos en el desarrollo de su propio entorno e incentivando el auto empleo con generación de energías limpias.

Palabras claves: Calidad, costo, ambiente, desarrollo.

ABSTRACT

The present work has how title “Design of a mini hydroelectric power station, to supply energy to the tourist recreation “The Cataract”, district and province of Jaén, Department of Cajamarca-2016”. It has as objective the study for the realization of a mini Hydroelectric Power Station; is of the applied type since the knowledge acquired in this research tries to solve a practical problem and by observation of phenomena that are conditioned by the investigator; and not experimental because the variables were not be manipulated.

This project is economically, socially, environmentally and technically justified by the quality of energy that would provide to the Recreation Touristic “The Cataract”, without interruptions and low cost, with zero environmental impact, creating jobs for the residents of the area during its construction and operation impacting yours economy directly.

Concluding that the design of this mini hydroelectric center will positively affect the economy of recreation and society by involving them in the development of their own environment and promoting self-employment with clean energy generation.

Key words: Quality, cost, environment, development.

1. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática

El recreo turístico La Catarata, por encontrarse ubicado fuera del polígono de concesión de la empresa local Electro Oriente S.A. la no existencia de redes eléctricas de M.T y B.T. en dicho lugar, y la existencia de una zona con las características físicas apropiadas para aprovechar el recurso hídrico o potencia cinética del canal de regadío Chililique, que generará energía mecánica y por ende en energía eléctrica, para consumo propio de dicho recreo; frente a ésta realidad, se ha optado por diseñar una Mini Central Hidroeléctrica, para dotar energía eléctrica al centro turístico La Catarata, con la única finalidad de satisfacer su demanda interna; de acuerdo con la normatividad eléctrica Peruana vigente, garantizando su operatividad y funcionamiento de todos los equipos usados en este centro turístico y así satisfacer los servicios ofrecidos a vuestros concurrentes clientes turistas locales, nacionales e internacionales.

A nivel internacional; En los inicios del siglo XX la instalación de centrales hidroeléctricas de pequeña potencia fue apreciable en Europa, Asia y América del Norte. Sin embargo, posteriormente, un importante porcentaje de ellas fueron abandonadas por la fuerte competencia que ofrecían las centrales de gran potencia, que presentaban altos rendimientos. Las crisis del petróleo de los años 1970 y posteriormente los frenos impuestos por diversos países a la implantación de grandes centrales hidroeléctricas que impactasen negativamente en el medioambiente, la necesidad de hacer llegar el suministro eléctrico a zonas remotas, etc., ha vuelto a impulsar la instalación de pequeñas centrales hidroeléctricas **(Carta, Calero, Colmenar y Castro, 2009, p. 430)**

A nivel nacional; Como es de conocimiento general que, nuestro país por su relieve geográfico que presenta, cuenta con un gran potencial hídrico de los ríos, lagos, lagunas y represas, que son factores importantes para la construcción de micro, mini, y centrales hidroeléctricas, para generar energía

eléctrica. Esta generación de energía hidroeléctrica representa el 60% del total de nuestra electricidad y el otro 40% es generado por las centrales termo-eléctricas, cuyo combustible principal es, el petróleo y el gas natural.

Hace unos años, el MINEM ha realizado un estudio preliminar del potencial hídrico aprovechable por centrales hidroeléctricas de hasta 100 MW, estimando un potencial aproximado de 70 000 MW. El anterior estudio del potencial hidroeléctrico data de la década del 70. Potencial técnicamente aprovechable aproximado de 60 000 MW, donde el 86% proviene de los recursos de la Cuenca del Atlántico, 14% de la Cuenca del Pacífico y 0,3% de la Cuenca del Río Titicaca **(Dammert, 2011, p. 5)**

En la década del 70, en el marco del Programa de Cooperación Energética Peruano - Alemana, se realizó una evaluación del potencial hidroeléctrico nacional (GTZ & LIS, 1979), revisando alrededor de 800 proyectos hidroeléctricos con una potencia mínima de 30 MW, y seleccionándose finalmente 328 proyectos que cumplían con los criterios de viabilidad definidos. Este conjunto de proyectos sumaba una potencia instalada promedio de 58,937 MW y una energía anual acumulada de 395,118 GW.h, considerada hasta la actualidad, como el potencial hidroeléctrico nacional técnicamente aprovechable **(Haan, 2013, p. 25)**

A nivel local; el crecimiento de la demanda eléctrica en estos últimos 10 años en nuestra provincia de Jaén, la construcción de nuevos centros comerciales como Elektra, La Curacao y últimamente El Mega Plaza, la ejecución de programas de vivienda y con ello la aparición de nuevas urbanizaciones y edificios multifamiliares; el turismo y la demanda hotelera; etc., han traído como consecuencia el análisis y planeamiento por parte de las concesionarias eléctricas, en cuanto a la oferta en Generación, Transmisión y Distribución. En este proyecto de investigación se ha analizado la captación más cercana, para el diseño de la mini central hidroeléctrica, como en todo estudio hidro energético se ha estudiado primero la disponibilidad de la fuente principal de la quebrada Amojú, asimismo proseguimos con el diseño de las

obras y su respectiva justificación; en una central hidroeléctrica se busca que la obra sea bien diseñada, garantizando su buen funcionamiento y estabilidad.

1.2 Trabajos previos.

1.2.1 Paper

Llamas, Treviño, Flores, Lujan y López (2015), en su paper “Plantas mini-hidroeléctricas con bombas centrífugas y motores de inducción”, exponen que, una opción que resulta bastante viable para alcanzar nuestro objetivo fue el empleo de una bomba centrífuga común, la cual, operando en sentido inverso, haga la función de una turbina, y la utilización de un motor eléctrico que haga las veces de generador.

Aporte: En éste paper se demuestra que la utilización de un equipo de bombeo operando en sentido contrario e inverso, es una opción práctica y versátil para la generación de energía eléctrica a partir de pequeños flujos hidráulicos.

Sierra, Sierra y Guerrero (2011), en su Paper sobre “Pequeñas y Micro centrales hidroeléctricas”: Alternativa real de generación eléctrica, en su conclusión indica que, aunque en los últimos años no se han realizado modificaciones importantes en la tecnología de las PCH, y sigue siendo de fácil adquisición, sencilla, eficiente, segura y de bajo costo, su implementación está sujeta a que se disponga de los recursos hídricos suficientes, que se pueda combinar su uso y se disponga de una buena base socioeconómica, política y gubernamental.

Dentro del proceso experimental se pudo evidenciar la viabilidad de la pequeña generación a partir de micro-turbinas hidráulicas, para dar una solución a pequeñas demandas de energía eléctrica como por ejemplo la carga de baterías o el uso en hogares de zonas aisladas.

Aporte: En éste paper se pretende exponer la revisión realizada a la información existente de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH),

concentrando la descripción en tres aspectos: las turbinas más usadas, las características de los generadores y una breve descripción de la legislación colombiana respecto a la pequeña generación.

1.2.2 Tesis.

Alcaraz (2011), en su tesis “Repotenciación de centrales hidroeléctricas: Una alternativa para aumentar la capacidad de generación de energía eléctrica”. El aprovechamiento de la energía potencial del agua para generar electricidad, involucra la realización de obras tanto civiles, hidráulicas y electromecánicas. Siendo el agua un recurso renovable ha ganado una gran aceptación en el mundo para la generación de electricidad, debido a su disponibilidad, a que no contamina y a que produce trabajo a temperatura ambiente.

Aporte: En esta tesis, se consideró la repotenciación de una planta generadora de electricidad como un recurso que consiste en la modificación del equipo existente en la planta o la instalación del equipo nuevo, con el objeto de aumentar la energía eléctrica generada y así cubrir con el aumento de la demanda provocado por expansiones y nuevas necesidades, haciendo que al mismo tiempo se extienda la vida útil de la planta. Estos resultados se deben principalmente al rediseño del aprovechamiento hidroeléctrico que involucra necesariamente la optimización del recurso hídrico disponible, es decir que en todos los casos estudiados es posible repotenciar este tipo de centrales.

Bonilla y ronquillo (2014), en su tesis “Repotenciación de la pequeña central hidroeléctrica para una generación de energía en la pequeña central hidroeléctrica de Ulba en el Cantón Baños”, en Antecedentes indica que, para el diseño de pequeñas centrales básicamente se toma en cuenta el potencial de la energía hidráulica, que tiene como principal fuente la energía, al agua que está a cierta altura. Esta se transforma en energía mecánica al pasar por una turbina, posteriormente en energía eléctrica por el accionar de

un generador. La energía hidráulica se ha usado durante varios años para la obtención de energía mecánica, y de energía eléctrica. Las ventajas que presentan este tipo de aprovechamiento energético son, su bajo costo de generación, bajo costo de mantenimiento, no requiere abastecimiento de combustible, no presenta problema de contaminación. Puede compatibilizarse con el uso del agua para otros fines, principalmente para uso agrícola.

Aporte: Esta tesis nos demuestra que, los sistemas hidroeléctricos a pequeña escala son proyectos rentables y técnicamente factibles, ya que se posee de los recursos hídricos, una garantía de estabilidad y durabilidad, obteniendo energía eléctrica limpia. Todos estos factores al ser analizado para un proyecto en particular, ayuda la factibilidad técnica y económica para la instalación de una pequeña central hidroeléctrica.

Criollo y Quezada (2011), en su tesis “Diseño de una central de energía Hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca”, en la introducción manifiesta que por ser dependientes de la energía eléctrica, el ser humano siempre estará buscando e investigando nuevas fuentes de energía primaria para convertirla en energía eléctrica; en la actualidad la búsqueda de nuevas fuentes de energía primaria está tomando nuevas variables y condiciones fundamentales, para considerar éstas fuentes como viables, uno de los aspectos importantes es la sustentabilidad de las fuentes, es decir el impacto ambiental y la durabilidad de la fuente de energía, tomando en consideración éstos aspectos se ha determinado la viabilidad de pequeños proyectos de generación eléctrica en base a energías primarias renovables que se encuentran en la naturaleza.

Aporte: Esta tesis nos induce a la búsqueda de nuevas fuentes de energía primaria renovables y está tomando nuevas variables y condiciones fundamentales; para considerar éstas fuentes de energías limpias, viables y de mucha importancia, para sustentar el impacto ambiental y la durabilidad de dicha fuente de energía.

Falcón, Rojas, Ucañan y Velásquez (2012), en su tesis “Plan Estratégico de la Generación Fluvial de Electricidad en el Perú” para obtener el grado de “Magister en Administración estratégica de empresas”, en su conclusión indica que, existe un potencial energético en el país que puede ser aprovechado y con ello mejorar las condiciones de infraestructura mínima que se requiere para lograr el tan ansiado desarrollo y estar al nivel de los países denominados como del primer mundo. Para ello se requiere no sólo contar con políticas de gobierno que promuevan las iniciativas privadas sino también con un sector empresarial con planes y estrategias concretas que estén dispuestos a ser partícipes del desarrollo del país.

Aporte: Esta tesis tiene un plan estratégico para la Generación Hidráulica en nuestro país, el cual, permitirá aprovechar el potencial hídrico de los ríos, lagos y lagunas, con lo cual se logrará que la generación hidro eléctrica se incremente al 2022 y se mantenga como la tercera fuente de generación de electricidad en el Sector Eléctrico Interconectado Nacional del Perú (SEIN).

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Mini Centrales hidroeléctricas.

Las mini centrales hidroeléctricas, llamadas así por su potencia generada a pequeña escala, son aquellos generadores hidráulicas que transforman la energía potencial o cinética del agua, en energía eléctrica. Esto se logra conduciendo el agua desde el nivel más alto en el que se encuentra, hasta un nivel inferior en el que se sitúan una o varias turbinas hidráulicas que son accionadas por el agua y que a su vez hacen girar uno o varios generadores produciendo energía eléctrica.

1.3.2 Tipos o Modelos de mini centrales hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas, y dentro de ellas las mini centrales hidroeléctricas, están muy condicionadas por las peculiaridades y

características que presente el lugar donde vayan a ser ubicadas. Cuando se vaya a poner en marcha una instalación de este tipo hay que tener en cuenta que la topografía del terreno va a influir tanto en la obra civil como en la selección de la maquinaria.

Según el emplazamiento de la central hidroeléctrica se realiza la siguiente clasificación general:

1.3.2.1 Según el tipo de utilización del agua

a.- Centrales de agua fluyente. Son aquellas centrales que captan una parte del caudal del río y lo trasladan hacia la central, luego el agua turbinada, retorna nuevamente al río, a través del canal de salida.

b.- Centrales de pie de presa. Son aquellas en las cuales, existe un embalse en el que se almacena agua y es posible regular el caudal de agua que se desea turbinar, es decir, se puede programar y regular la generación eléctrica con el objetivo de adaptarla a la demanda o se puede inyectar la energía eléctrica en la red en horas punta, en las cuales los ingresos por unidad energética producida son superiores. *Carta. E.t. 2009, pp. 421*

c.- Centrales en canal de riego o de abastecimiento. Se distinguen dos tipos de centrales dentro de este grupo: * Uno son aquellas que utilizan el desnivel existente en el propio canal. Mediante la instalación de una tubería forzada, paralela a la vía rápida del canal de riego, se conduce el agua hasta la central, devolviéndola posteriormente a su curso normal en el canal; y * otro, son aquellas que aprovechan el desnivel existente entre el canal y el curso de un río cercano. La central en este caso se instala cercana al río y se turbinan las aguas excedentes en el canal (*Castro, 2006, p. 32*)

1.3.2.2 Según la altura del salto del agua

a.- Centrales de alta presión

Una de las principales características de estas centrales de alta presión, es que se encuentran conformadas por un salto hidráulico con desniveles

superiores a los 200 m de altura, y los caudales desalojados pueden llegar a los, 20 /s por máquina. En donde se utilizan turbinas Pelton. En el caso que las alturas sean menor se utiliza turbinas Francis que son más lentas que las Pelton Este tipo de centrales suelen estar ubicadas en zonas montañosas. *(Bonilla y Ronquillo 2014, p. 07)*

b.- Centrales de media presión

En el caso de estas centrales la altura del salto hidráulico se encuentra entre 20 y 200 m aproximadamente, se utiliza caudales de 200 /s por turbina. Las turbinas son Francis y Kaplan, este tipo de centrales están situadas en valles de media montaña. *(Bonilla y Ronquillo 2014, p. 07)*

c.- Centrales de baja presión

Dentro de estas centrales se utilizan tres tipos de turbinas, Kaplan, Hélice y Francis extra rápidas, aplicables para saltos inferiores a los 20 m. Cada máquina se alimenta de un caudal que puede superar los 300/s. *(Bonilla y Ronquillo 2014, p. 07)*

1.3.3 Potencia Máxima Continua de una Central Hidroeléctrica (PC)

Es la máxima capacidad de suministrar potencia eléctrica en bornes de Generación, en forma continua, en todas las unidades de generación de la Central Hidroeléctrica operando simultáneamente. Esta potencia está referida a la potencia bruta (kW).

1.3.4 Potencia Bruta de una Central Hidroeléctrica (PB)

Es la potencia eléctrica total producida por la Central Hidroeléctrica, correspondiente a bornes de generación sin deducir la potencia consumida por los servicios auxiliares (kW).

Para determinar la Potencia Bruta de una Mini central Hidroeléctrica se utilizará la fórmula establecida en la ingeniería de diseño de centrales hidroeléctricas en detalle:

Ecuación 01.- Potencia efectiva

$$P_e = \rho \times g \times \eta_t \times \eta_g \times \eta_m \times Q \times H$$

Dónde:

P_e = potencia en vatios (W)

ρ = densidad del fluido en kg/m^3

η_t = rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0,75 y 0,94)

η_g = rendimiento del generador eléctrico (entre 0,92 y 0,97)

η_m = rendimiento mecánico de turbina - alternador (0,80/0.85)

Q = caudal turbinable en m^3/s

H = desnivel disponible en la turbina, aguas arriba y abajo en metros.

1.3.5 Potencia Efectiva de una Central Hidroeléctrica (PE)

Es la máxima potencia continua entregada por la Central Hidroeléctrica, correspondiente a bornes de generación, cuando opera a condiciones de potencia efectiva y a máxima carga. Esta potencia está referida a la potencia bruta. El valor representativo se determina a partir de las señales de medición de acuerdo a la norma IEC 60041 (kW).

1.3.6 Potencia Neta de una Central Hidroeléctrica (PN)

Es la potencia eléctrica total producida por la Central Hidroeléctrica, correspondiente a bornes de generación, deduciendo la potencia consumida por los servicios auxiliares (kW).

1.3.7 Altura o Salto bruto de la Central Hidroeléctrica (Hg)

Es la energía hidráulica por unidad de peso disponible entre el nivel superior de agua en la cámara de carga y el nivel de agua en la estructura de descarga de aguas turbinadas.

1.3.8 Altura o Salto nominal de la Central Hidroeléctrica (Hn)

Es la altura o salto neto de diseño de la Central Hidroeléctrica para la totalidad de turbinas operando simultáneamente.

1.3.9 Altura o Salto efectivo de la Central Hidroeléctrica (He)

Es la altura o salto neto realmente disponible de la Central Hidroeléctrica para la totalidad de turbinas operando simultáneamente.

1.3.10 Caudal Turbinado

Volumen de agua por unidad de tiempo que se registra o se determina durante la medición de la potencia efectiva realizada de acuerdo al presente Procedimiento.

1.3.11 Clasificación De Las Mini Centrales

La organización Latinoamericana de energía clasifica de acuerdo a la potencia instalada como se muestra en el siguiente cuadro: (Criollo, Quezada, 2011, p. 32, 33)

a).- Por La Potencia:

Potencia en KW	Tipo
0-50	Micro central hidroeléctrica
50-500	Mini central hidroeléctrica
500-5000	Pequeña central

Cuadro No. 01.- Clasificación de PCH, según la potencia instalada. (Criollo y Quezada, 2011, p. 32)

b).- Por la caída:

TIPO	BAJA(m)	MEDIA(m)	ALTA(m)
Micro	$H < 15$	$15 < H < 50$	$H > 50$
Mini	$H < 20$	$20 < H < 100$	$H > 100$
Pequeña	$H < 25$	$25 < H < 130$	$H > 130$

Cuadro No. 02.- Clasificación de PCH, según su caída.

El ISA clasifica las centrales hidroeléctricas de acuerdo a su potencia instalada de la siguiente forma (Criollo, Quezada, 2011, p. 33)

c).- Por la potencia instalada:

TIPOS	POTENCIA(MW)
Micro centrales	Menores a 0.1
Mini centrales	De 0.1 a 1
Pequeña central hidroeléctrica	De 1 a 10

Cuadro No. 03.- Clasificación de PCH, según la potencia instalada. (*Criollo y Quezada, 2011, p. 33*)

1.3.12 Partes que conforma una mini central hidroeléctrica.

a).- La Bocatoma.- Está ubicada en la entrada del canal de captación, su misión es captar una parte del caudal de una corriente de agua, aparte de la captación de agua, otro de los objetivos de la bocatoma será el proveer de un caudal con la menor cantidad de sedimentos para minimizar los costos de operación y mantenimiento, diseñada especialmente para captar el agua en épocas de fuertes lluvias, y en sequías (*Criollo, Quezada, 2011, p. 36*)

b).- Presa de derivación.- Tiene por objetivo captar una parte del caudal del río para facilitar su ingreso a la bocatoma para su conducción hacia la mini central (*Criollo, Quezada, 2011, p. 36*)

c).- Canal de conducción.- Es el encargado de transportar el caudal desde la cámara de carga hasta la ubicación de la casa de máquinas donde estarán ubicadas las turbinas. Depende del material del que se ha construido el canal depende la velocidad de conducción del agua hacia la turbina (*Criollo, Quezada, 2011, p. 36*)

d).- Aliviadero.- El objetivo principal de construir una aliviadero es la de brindar seguridad a la mini central, este debe ir ubicado en un sitio estratégico ya que este está destinado a verter el exceso de caudal cuando este propase la capacidad del canal, así evitaremos la posibilidad de desbordes del canal cuando varíen las condiciones normales de funcionamiento del canal (*Criollo, Quezada, 2011, p. 36, 37*)

e).- Desarenador.- La función que cumple el Desarenador dentro de la mini central es fundamental ya que este tiene como misión eliminar las partículas

de material sólido que se encuentran suspendidas en el caudal de agua mediante la disminución de la velocidad del caudal a 0,5 m/s (*Criollo, Quezada, 2011, p. 37*)

f).- Cámara de carga.- Esta estructura hidráulica busca crear un volumen de reserva de agua que permita satisfacer las necesidades de las turbinas y garantizar la sumergencia del sistema de conducción de alta presión, manteniendo una altura de agua suficiente que evite a toda costa, la entrada de aire a los equipos de generación (*Vélez 2013, p. 60*)

g).- La tubería de presión.- Es el encargado de transportar el caudal del agua a alta presión hacia las turbinas (*Criollo, Quezada, 2011, p. 37*)

h).- Casa de máquinas.- Es la estructura que aloja los equipos electromecánicos que transforman la energía cinética del agua en energía eléctrica; entre los equipos que están ubicados en la casa de máquinas (*Criollo, Quezada, 2011, p. 39*)

1.3.13 Turbinas.

Clasificación de las turbinas:

a.- Turbinas de acción.- Son aquellas que aprovechan únicamente la velocidad del flujo de agua para hacerlas girar. El tipo más utilizado es la denominada turbina Pelton, aunque existen otros como la Turgo con inyección lateral y la turbina de doble impulsión o de flujo cruzado, también conocida como turbina Ossberger o Banki-Michell. Son aquellas en las que el fluido no sufre un cambio de presión al paso por el rodete (*Castro, 2006, p. 50*)

* **Turbinas Pelton.-** Esta turbina está dentro de las turbinas de acción, de flujo tangencial, con un rodete formado por varias cucharas y un sistema de toberas que son las encargadas de inyectar la presión a la tobera. El rango de aplicación de las turbinas Pelton es para velocidades de funcionamiento bajas, además está diseñada para trabajar con saltos grandes y bajos caudales su eficiencia es del 85%.

* **Turbinas Michel Bank.**- También están dentro de las turbinas de acción, de flujo cruzado o transversal, la entrada radial y flujo transversal, en este caso el rodete está formado por alabes curvos la inyección de caudal se lo hace con un inyector, tienen una eficiencia en el orden del 80% y generan hasta 1000kW, debido a su forma son fáciles de construir reduciendo así su costo en relación a otro tipo de turbinas (*Castro, 2006, p. 52*)

b.- Turbinas de reacción.- Este tipo de turbinas cuentan con un diseño de rotor que permite aprovechar la presión que aún le queda al agua a su entrada para convertirla en energía cinética. Esto hace que el agua al salir del rotor tenga una presión por debajo de la atmosférica. Las turbinas de reacción más utilizadas son las Francis y la Kaplan (*Castro, 2006, p. 52*)

* **Turbinas Francis.**- Esta turbina se adapta muy bien a todo tipo de saltos y caudales, y cuenta con un rango de utilización muy grande. Se caracteriza por recibir el fluido de agua en dirección radial, y a medida que ésta recorre la máquina hacia la salida se convierte en dirección axial. El rendimiento de las turbinas Francis es superior al 90% en condiciones óptimas de funcionamiento. Permite variaciones de caudales entre el 40% y 105% del caudal de diseño, y en salto entre 60% y 125% del porcentaje nominal (*Castro, 2006, p. 52*).

* **Turbina Kaplan.**- Es una turbina de tipo hélice. Se compone básicamente de una cámara de entrada que puede ser abierta o cerrada, un distribuidor fijo, un rodete con cuatro o cinco palas fijas en forma de hélice de barco y un flujo de aspiración. Se puede usar ésta turbina para caudales grandes y altos de agua menores de 50 m. Su eficiencia e éste tipo de turbina es del 93–95% (*Betancourt, 2007, p. 19*)

* **Turbina axial.**- Turbina de reacción de flujo axial, su velocidad específica de funcionamiento es bastante alta puede trabajar con saltos bajos y caudales grandes alcanza hasta el 90% de eficiencia (*Criollo, Quezada, 2011, p. 42*)

1.3.14 El Generador

Es la máquina que transforma la energía mecánica de rotación de la turbina, en energía eléctrica. El generador basa su funcionamiento en la inducción electromagnética. El principio de su funcionamiento se basa en la ley de Faraday, mediante la cual, cuando un conductor eléctrico se mueve en un campo magnético se produce una corriente eléctrica a través de él.

El generador puede ser de dos tipos: síncrono o asíncrono.

a. Generador Síncrono.- En este tipo de generador la conversión de energía mecánica en eléctrica se produce a una velocidad constante llamada velocidad de sincronismo. Las bobinas arrolladas crean el campo magnético en los polos del rotor. Para que esto ocurra, por estas bobinas debe circular una corriente eléctrica continua. Para producir esta corriente continua pueden emplearse diferentes sistemas de excitación:

- * **Autoexcitación estática.** La corriente proviene de la propia energía eléctrica generada, previamente transformada de alterna en continua.

- * **Excitación con diodos giratorios.** Se crea una corriente alterna invertida, con polos en el estator y se rectifica por un sistema de diodos, situado en el eje común.

- * **Excitación auxiliar.** La corriente necesaria se genera mediante una dinamo auxiliar regulada por un reóstato.

b.- Generador Asíncrono.- Debido a la simplicidad, robustez y bajo costo de los clásicos motores eléctricos, éstos han venido utilizándose como generadores eléctricos sobre todo en centrales de pequeña potencia. Para ello es necesario que el par mecánico comunicado al rotor produzca una velocidad de giro superior a la de sincronismo. Este exceso de velocidad produce un campo giratorio excitador. Es importante que la diferencia entre las velocidades de funcionamiento y la de sincronismo sea pequeña, para reducir las pérdidas en el cobre del rotor. (Castro, 2006, p. 56)

1.3.15 Elementos de regulación, control y protección.

Son dispositivos que sirven para regular y controlar el buen funcionamiento de la central y deben colocarse en la central y en la línea eléctrica, para actuar cuando se produzca algún fallo en la central, existen dos tipos de reguladores: Hidráulicos y electrónicos. Su misión es conseguir adecuar la turbina a las circunstancias existentes en cada momento (canal turbinable, demanda eléctrica). *(Castro, 2006, p. 60)*

1.4 Formulación del problema.

¿En qué medida el diseño de una mini central hidroeléctrica podrá suministrar energía al recreo turístico la catarata ubicada en el distrito y provincia de Jaén, departamento Cajamarca en el año 2016?

1.5 Justificación del estudio.

1.5.1 Justificación técnica

La justificación para éste tipo de diseño de Mini Central hidroeléctrica que se plantea para esta investigación, es tecnológica; para lo cual, se tendrá en cuenta las condiciones físicas del lugar, su caída, su caudal y su operatividad del canal de regadío, el cual garantizará la operación de dicha mini central hidroeléctrica, para después no quedar como un elefante blanco, que sería una inversión desastrosa para el dueño del recreo turístico; para ello se recopilará datos estadísticas de entidades locales como es el proyecto especial Jaén, San Ignacio Bagua, Municipalidad y otros.

1.5.2 Justificación Económica.

Económicamente se justifica éste proyecto, porque generará energía eléctrica exclusivo para su consumo y demanda interna, generando un ahorro muy significativo y permitiendo el desarrollo económico del inversionista, repercutiendo en el desarrollo de la población, siendo a la vez un atractivo

para los visitantes turistas locales, nacionales e internacionales, aumentando así, el comercio en general y generando nuevos puestos de trabajo.

1.5.3 Justificación Social.

La no existencia de redes primarias de la concesionaria local y la existencia de una zona con las características físicas apropiadas para aprovechar el recurso hídrico o potencia cinética, que generará energía mecánica y por ende energía eléctrica; para satisfacer la demanda de energía interna del recreo turístico La Catarata; es la justificación que se ha tomado para elaborar el proyecto denominado “Diseño de una mini central Hidroeléctrica”, aplicando todos los conocimientos técnicos, respetando siempre en primer lugar el medio ambiente de acuerdo a la norma eléctrica Peruana vigente, sin afectar al medio ambiente, ni a los consumidores que utilizan éste recurso hídrico para la agricultura, y consumo propio; cabe indicar que ya existe un canal construido de material concreto, que conduce el agua para todos los agricultores; lo cual primero sería aprovechado por la mini central como un bypass, reutilizándose las aguas turbinadas, sin causar pérdidas que afecten a los agricultores.

1.5.4 Justificación Ambiental.

Por ser una generación de energía limpia, que usa los recursos renovables que es el agua; en todo proyecto de desarrollo hidro-energético se deberá tener un estudio de impacto ambiental, el cual, determinará las condiciones actuales de la zona del proyecto y el área de influencia así como la capacidad del medio para adecuarse ambientalmente a los impactos del proyecto. Así mismo se determina los posibles impactos que generará las actividades del proyecto en sus diferentes etapas, también se deberá proponer un Plan de Manejo Ambiental que involucre medidas de prevención, control, mitigación, y compensación de los impactos negativos identificados, así como proponer los planes de monitoreo, contingencia y de cierre.

1.6 Hipótesis

Si se diseña una mini central hidroeléctrica entonces se podrá suministrar energía eléctrica al recreo turístico la Catarata, ubicada en el sector Nuevo Horizonte, distrito y provincia de Jaén.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Diseñar una mini central hidroeléctrica, para suministrar energía al recreo turístico La Catarata, del Sector Nuevo Horizonte, distrito, provincia-Jaén, departamento de Cajamarca, año 2016.

1.7.2 Objetivos específicos

- a.-** Calcular la demanda de energía eléctrica que consumirá el recreo turístico La Catarata.
- b.-** Calcular la potencia de energía efectiva que producirá la Mini Central Hidroeléctrica.
- c.-** Seleccionar conjunto turbina generador.
- d.-** Dimensionar obras civiles.
- e.-** Calcular los indicadores del análisis Beneficio – Costo.
- f.-** Garantizar la producción de energía eléctrica para el consumo propio del Recreo Turístico, con la construcción de la mini central hidroeléctrica.

2. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

La investigación demostrada es aplicada, ya que transforma el conocimiento puro en útil y descriptivo ya que los datos se recogerán tal y cual ocurren por observación directa.

2.1.2 Diseño

Se aplicará un modelo de diseño no experimental, porque no se manipularan las variables.

2.1 Variables y Operacionalización.

2.2.1 Variable independiente

Mini central Hidroeléctrica.

2.2.2 Variable dependiente

Suministro Energía eléctrica.

2.2.3 Operacionalización de variables

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Mini central Hidroeléctrica.	El agua embalsada detrás del dique de una central hidroeléctrica posee energía potencial debido a las fuerzas gravitatorias. La energía potencial del agua puede almacenarse durante mucho tiempo. Cuando se necesite la energía se convierte en cinética dejando fluir el agua a través de la central hidroeléctrica (Electricidad principios y aplicaciones, 1994, p. 18),	Capacidad del caudal hidráulico.	Caudal	Razón
		Determinar el salto hidráulico.	Metros	Razón
		Potencia instalada	Watts	Razón
Variables Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Suministro Energía eléctrica.	Conformado por todos los elementos que garantizan la alimentación de la energía Eléctrica en forma segura y que llega hasta el punto de entrega. (Desde el tablero general de la mini central, hasta el medidor y/o tablero eléctrico interno).	Demanda de energía del recreo	Kilowatts hora	Razón
		Perdidas de distribución	kilowatts hora	Razón

2.3 Población y muestra

Población

Centrales hidroeléctricas.

Muestra

Mini central hidroeléctrica.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnica de recolección de datos.

2.4.1.1 Observación directa

Se ira al lugar en situ para realizar las observaciones del recorrido del canal de regadío, tuberías, y posible lugar de la central.

2.4.1.2 Análisis de documentos

Se tendrá en cuenta libros, folletos, tesis, revistas, etcétera que sean referentes a la investigación, se tendrá en cuenta los históricos caudales registrados.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.

2.4.2.1 Guías de observación.

Se utilizaran para recopilar información las autoridades de la zona.

2.4.2.2 Ficha de análisis de documentos

Se utilizara para recopilar información que sea necesaria de los documentos, libros, folletos, revistas, manuales técnicos, etcétera para concluir el proyecto de investigación.

2.4.3 Validez y confiabilidad

2.4.3.1 Validez

La valides de los instrumentos será dada por la aprobación de tres especialistas en el área.

2.4.3.2 Confiabilidad

Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.5 Métodos de análisis de datos

El método que se utilizará en este proyecto es el método deductivo, porque el resultado de lo que se quiere lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar.

2.6 Aspectos éticos

El presente proyecto se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre el interés del poblado y las autoridades de la zona.

3. RESULTADOS

3.1 Máxima Demanda.

El análisis de la demanda se ha realizado teniendo en cuenta dos procedimientos:

- i. Según el CNE UTILIZACION 2006, TABLA N° 14 REGLA 050-210(a), una carga básica calculada con los watts por metro cuadrado requeridos por la Tabla indicada, multiplicado por el área servida, determinada según las dimensiones exteriores, con aplicación de los factores de demanda indicados en dicha tabla; donde considera por el área una demanda máxima de **29.24 kW**. *Ver Anexo 01, Tabla N° 01*
- ii. Demanda según Carga Real afectada por el factor de Simultaneidad, donde considera una demanda máxima real de **26.24 kW**. Consolidando la potencia deseada para la Mini Central Hidroeléctrica que se estima en **30.19 kW**. *Ver Anexo N° 02*

3.2 Cálculo de la Potencia y Energía Efectiva de la Micro Central Hidroeléctrica.

Para determinar las características del proyecto se está utilizando las fórmulas y diagramas establecidos en la ingeniería de diseño de centrales hidroeléctricas. Donde la potencia efectiva medida en Kilo Vatios (**kW**) se ha calculado mediante la fórmula siguiente: *Ver Anexos N° 03.*

$$P_e = \rho \times g \times \eta_t \times \eta_g \times \eta_m \times Q \times H$$

Dónde:

P_e	Potencia efectiva en kilo vatios kW	η_g	Rendimiento del generador eléctrico (entre 0,92 y 0,97)
ρ	Densidad del fluido en kg/m ³	η_m	Rendimiento mecánico - transmisión de turbina - alternador (0,80/0.85)
g	Gravedad (m ² /s)	Q	Caudal turbinable en m ³ /s
η_t	Rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0,75 y 0,94)	H	Desnivel disponible en la turbina, aguas arriba y abajo en m.

- i. **El caudal turbinable** disponible para el proyecto de la mini central se ha calculado a través del método del Flotador con un factor de corrección del **0.8** (80%) concluyendo que se dispone de **0.30 m³/s** de agua. Caudal asegurado aún en los períodos de estiaje por los reportes autorizados por el Comité de Regantes quienes distribuyen los caudales para las hectáreas de producción agrícola. *Ver Anexo N° 04, Tabla N° 02, Foto N° 02 y 03.*

- ii. **El desnivel disponible** o altura neta se ha calculado utilizando el Método de la Manguera con Agua por considerar que es una altura y longitud pequeña a medir, reportando una altura bruta de **19.55** m en una longitud de **62.3** m. Adicionalmente se ha determinado el diámetro interior óptimo de la tubería en **299.6** mm en **Clase 7.5** cuyas pérdidas nos reportan una altura neta de **18.65** m para el diseño de la Mini Central. *Ver Anexo N° 05, Foto N° 04.*

- iii. **Entonces la Potencia Efectiva** de la Mini Central Hidroeléctrica, considerando todas las pérdidas o factores de Rendimiento será de **30.19 kW**. Y la Energía efectiva generada por año será de **260.50 MW-h**. *Ver Anexo N° 06.*

3.3 Selección del tipo de turbina.

Los criterios que se han utilizado para elegir el tipo de turbina en virtud de las características del salto y el caudal se basan en los rangos de Velocidad específica y Costos de Adquisición de los equipos, donde el diseño arroja una Velocidad Específica de **92.36 r.p.m.** que se encuentra dentro del Rango de las Turbina de Acción Michel Banki (de **10 a 200 rpm**). Además del Costo frente al otro modelo aplicable al proyecto (Turbina Kaplan) que diferencian en más de un **40%**. Ver Anexo N° 07, Tabla 3 y 4, Foto N° 05.

3.4 Sistema de Transmisión

Se utilizará un sistema de transmisión de Poleas en "V" con una relación de transmisión de 2.1 veces, y Fajas trapezoidales (03 Und.), montados entre el eje de la turbina hidráulica (0.15 m) y el eje del generador eléctrico (0.31 m), para así poder obtener la velocidad nominal del generador eléctrico (1800 rpm). Ver Anexo 09.

3.5 Generador Eléctrico

El Generador eléctrico para la mini central hidroeléctrica es del tipo "Síncrono sin Escobillas Auto Excitado", seleccionado tanto, por su bajo costo de adquisición y mantenimiento, con una Potencia Aparente de 37.4 kVA, 1800 rpm, 04 Polos, 60 Hz. Y para una tensión de 380/220 V. Ver Anexo 10, Foto N° 06.

3.6 Obras civiles

Canal de conducción

El trazo del canal está emplazado en el flanco izquierdo del cerro Chililique, construido de material concreto armado vibrado, cuyo volumen promedio es de **1.3 m³/s**, con una longitud de **4.5 Km**, desde el punto de captación (Bocatoma), hasta el punto de llegada (Cámara de Carga). Ver Foto N° 02, Anexo N° 16.

Cámara de carga:

La cámara de carga se ubicara en una pequeña terraza de superficie horizontal, al costado del canal existente con la capacidad suficiente para el caudal turbinable garantizando el potencial del agua durante las diferentes condiciones de trabajo en la mini central. *Ver Plano N°05*

Tubería de Presión:

La tubería de presión que conectara la cámara de carga con la casa de máquinas, bajara por una ladera estable cuya inclinación varía entre 25° y 58°, será de PVC Clase 7.5 y tendrá un diámetro nominal interno de 299.6 mm, con un espesor superior a los 9.6 mm y una longitud de 62.3m. *Ver Anexo N° 8, Tabla N° 05 y 06.*

Casa de máquinas:

La ubicación de la casa de máquinas será en la base de la ladera y cerca del límite con la llanura de la terraza aluvial. La superficie es irregular y esta modelado sobre zona rocosa, por lo tanto la cimentación de la casa de máquinas será en roca. El sitio seleccionado de la casa de máquinas es de la misma unidad de la tubería forzada y deberá ser protegido de las máximas avenidas del canal de aducción por un promontorio rocoso natural que aflora aguas arriba.

Canal de descarga:

La descarga de las aguas turbinadas de la central hacia el punto donde se inicia el sistema de irrigación será por medio de un canal que se excavara en la llanura de la terraza aluvial que en esta zona tiene un ancho de 50 m. La zona donde se excavara el canal es un depósito aluvial compuesto por rocas fragmentadas con vara mediana y pequeñas con cantos rodados en estado compacto en el que se espera obtener cortes con taludes de 45 °.

3.7 Análisis de Costo-Beneficio de la Mini Central Hidroeléctrica

La Mini Central Hidroeléctrica La Catarata, se encuentra ubicada en el curso del canal Chillique haciendo uso del agua sin perjudicar la normal distribución entre consumo y agrícola. De la infraestructura civil necesaria, ya se encuentra construida los sectores de: Bocatoma, Desarenador y Canal Aductor; por tanto solo se considera en los presupuestos los componentes restantes como: Cámara de Carga, Tubería de Presión y Casa de Máquina con un sistema de despacho de energía con un solo interruptor térmico hacia el tablero General de Distribución del Recreo Turístico la Catarata. Ver Anexo N° 12.

Con estas condiciones, el costo total de la infraestructura para la Mini central hidroeléctrica de 30 kW asciende a S/. **175,550.79**, con un costo por kW de S/. **5,851.69** soles o **US\$ 1,711.02**, siendo totalmente beneficioso para la inversión considerando que los rangos de costos por kW en el mercado nacional e internacional superan los \$. **3,000** Dólares Americanos.

Los costos de Operación y Mantenimiento son particularmente bajos, porque la mini central será completamente automatizada y muy próxima a la carga, donde el propietario administrará el servicio con el apoyo de un operador a medio tiempo. Con un costo promedio anual de S/. **33,084.00** soles. Ver Anexo N° 13.

El Proyecto será financiado en un **20%** con capital propio (monto que equivale a menos de la mitad de la instalación de un sistema de utilización en Media Tensión por el concesionario) y en un **80%** con préstamo de una entidad financiera local con un interés del **10%** anual por **5 años**.

De otro lado la Producción Anual de la Mini Central con un factor de carga del **88%**, significa **228,602.88** kW-h/año que con una tarifa de S/. **0.45** soles por kW-h nos reporta un ingreso anual de S/. **102,871.30** soles, que nos permite cubrir los costos de Operación y Mantenimiento anual de S/. **33,084.00** soles y la devolución del financiamiento en 05 (cinco) años, con

un VAN de S/. **17,388.80** soles y un TIR de **15%**. Este resultado más que una utilidad es un factor de seguridad financiera. Donde con una tarifa equivalente a S/. **0.45** soles que es menor al del concesionario (**S/. 0.7131 soles**) se puede financiar el **80%** del Proyecto. Ver Anexo N° 14 y 15; Tabla N° 07 y 08.

4. DISCUSION.

- a.** La decisión de invertir en una mini central propia frente a disponer de una factibilidad de suministro por parte del concesionario se encuentra justificada porque en este sector las redes de distribución en baja tensión se ven limitadas a atender cargas de un máximo de 5 kW, de forma exclusiva, siendo necesario instalar un Sistema de Utilización en Media Tensión con una inversión promedio de **80,000.00** soles. Frente a la inversión en la mini central que durante la operación devolvería el integro de la inversión bancaria y propia con una tarifa más baja, una disponibilidad inmediata y una mejor calidad de servicio.
- b.** La construcción de la Mini Central tiene un costo relativamente bajo por kilovatio debido a la existencia y disponibilidad de toda una infraestructura civil hasta antes de la cámara de carga.
- c.** La garantía y disponibilidad de energía para el funcionamiento del recreo turístico se encuentra basada en la disponibilidad del caudal de agua, existente en el canal Chililique durante todo el año y al lugar estratégico donde se ubica la mini central hidroeléctrica; donde se ha calculado el caudal en condiciones de estiaje severo y de acuerdo a la programación del Comité de Regantes autorizados por la ANA. *Ver anexo 16.*
- d.** La Selección de la turbina Michell Banki obedece a un análisis de su velocidad específica fácilmente adaptable a las condiciones de altura y caudal, además que el costo de fabricación es más baja frente a una turbina Kaplan o Francis también adaptable a las condiciones antes mencionadas. *Ver Anexo N° 07.*
- e.** La Relación costo – beneficio es bastante aceptable por que se disponen de obras civiles de un proyecto de irrigación y la presencia de la mini central no afecta el paso del agua si no permite un productivo proceso de conducción.

5. CONCLUSION.

- a. Para diseñar una mini central hidroeléctrica es de mucha importancia el estudio de la máxima demanda que se va a consumir en una zona o local a electrificar, considerando sus cargas especiales y de uso más frecuentes y prolongados.
- b. El diseño de una mini central hidroeléctrica es de mucha importancia, tanto para su construcción, como para su vida útil, con ello se estudia la viabilidad del proyecto, para poder saber si es factible o no.
- c. La calidad de un proyecto sobre un sistema de generación en una central hidroeléctrica, debe tener un tratamiento especial, el cual debe estar estrechamente ligado a los estándares de las Normas Técnicas de Calidad del Servicio Eléctrico (NTCSE) y el Código Eléctrico Nacional, basado en un conocimiento profundo para efectuar una adecuada interpretación, de tal forma que garantice el buen funcionamiento del sistema una vez puesto en marcha.
- d. Es de mucha importancia identificar de forma permanente a lo largo de todo el proyecto a los responsables, para lograr la consolidación de sus expectativas e intereses, con el fin de prevenir errores durante la definición del proyecto. La aplicación de la técnica "lluvia de ideas", requiere de un intermediario con experiencia para encaminar todos los aportes hacia el objetivo común.
- e. Se debe identificar la ruta más crítica en el cronograma de trabajo demostrando la importancia de afinar y programar detalladamente las actividades iniciales antes de la ejecución de la obra civil y Electromecánica, esto porque son cruciales para el adecuado desarrollo del proyecto, sin embargo un atraso en estas etapas, produciría una demora sustancial en la construcción de la mini central hidroeléctrica.
- f. Con la construcción de una mini central Hidroeléctrica, se garantiza una generación de energía eléctrica limpia, respetando la contaminación del medio ambiente, a bajo costo, con una utilidad rentable a corto plazo; asimismo se estará incentivando a otros sectores y empresarios a invertir con éxito en éstos tipos de proyectos, que son viables en beneficio propio y de nuestra sociedad.

6. RECOMENDACIONES

- a.** Se debe realizar los permisos correspondientes ante la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y el Comité de Usuarios Chililique – Montegrande, antes de dar inicio a la construcción de la Mini Central Hidroeléctrica, con la finalidad de prevenir problemas, al momento de su ejecución, Montaje y Operación.
- b.** Antes de efectuar la ejecución de un proyecto de esta índole, es importante dar a conocer a todo el personal involucrado, a respetar las medidas de seguridad y contaminación con el medio ambiente; respetando siempre el cauce del canal, para no producir impactos que nos conllevarían a retrasar la construcción de la mini central hidroeléctrica.
- c.** Es necesario que la empresa ejecutora de la obra realice la capacitación a los responsables involucrados de efectuar el seguimiento y control del proyecto en las fechas programadas, con la finalidad de cumplir con los plazos establecidos, pues su incumplimiento, afectaría los estándares de construcción programados y podría surgir malas interpretaciones en su aplicación.
- d.** El sistema de información presentado se debe revisar periódicamente para mejorar aquellos elementos a modificar, los cuales no contemplan los datos necesarios para el seguimiento y control del proyecto, se sugiere una revisión rutinaria con el fin de aplicar los cambios correspondientes.
- e.** Es necesario y de mucha importancia el estudio o diseño de una mini central hidroeléctrica, cuyo propósito es mejorar las condiciones de funcionamiento del centro turístico y/o usuario que, al suministrar la energía eléctrica para el uso doméstico y productivo, sea un servicio confiable durante todo el año.

7. REFERENCIAS

- ALCARRAS Misael, “Repotenciación de centrales hidroeléctricas: Una alternativa para aumentar la capacidad de generación de energía eléctrica”. En su tesis para optar el grado de Maestro en Ingeniería. 2011, 43 pp.
- CARTA José, CALERO Roque, COLMENAR Antonio y CASTRO Manuel, Editorial sobre Centrales de Energías Renovables, Generación eléctrica con energías renovables, 2009. 430 pp.
- BONILLA Ernesto y RONQUILLO Rolando, “Repotenciación de la pequeña central hidroeléctrica para una generación de energía en la pequeña central hidroeléctrica de Ulba en el Cantón Baños”, Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniería Eléctrica. 2014. 18 pp.
- CASTRO Adriana. “Mini centrales hidroeléctricas”, Madrid. 2006. 32 pp.
- CRIOLLO y QUEZADA. “Diseño de una central de energía Hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca”, 2011. 23 pp.
- DÁVILA C, VILAR D, VILLANUEVA G y QUIROZ L. Manual para la evaluación de la demanda, recursos hídricos, diseño e instalación de micro centrales hidroeléctricas. Lima: Soluciones Prácticas, 2010. 23 pp.
- FALCÓN Jorge Víctor, ROJAS Yuliana Isabel, UCAÑAN Randolph Scot y VELASQUEZ Ana Rosa. “Plan Estratégico de la Generación Fluvial de Electricidad en el Perú”, tesis para obtener el grado de magíster en administración estratégica de empresas. 2012. 40 pp.
- SIERRA Fabio, SIERRA Adriana y GUERRERO Carlos. “Pequeñas y micro centrales hidroeléctricas”, Alternativa real de generación eléctrica. Colombia. 2011. 85 pp.
- AXAYACATL Olmo, “las 5 hidroeléctricas más grandes del mundo” México. 2014.
- SANCHEZ Glodomiro, Ministro de Energía y Minas, Código Nacional de Electricidad – Utilización. 2006. 135 pp.

- VILLABLANCA Gabriel, “Estudio de pre factibilidad para la construcción y operación de una mini central hidroeléctrica (MCH), en la sub cuenca del río Palora”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. 2011. 03 pp.
- PALACIOS Moisés, “Estudio de pre factibilidad para la construcción y operación de la pequeña central hidroeléctrica, río la Virgen, Escuintla, Guatemala”, Tesis para la obtención del grado de maestro en formulación y evaluación de proyectos. 2009. 05 pp.
- VELEZ Rafael, “Factibilidad de sistemas de Micro y Mini Hidroeléctricas Comunitarias Rurales en el Azuay”, Maestría en planificación y Gestión Energética. 2013. 44 pp.
- ORTIZ Ramiro, “Pequeñas centrales Hidroeléctricas”, Libro. 2001. 303 pp.
- INEA, Guía de Diseño de pequeñas Centrales Hidroeléctricas. Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas. 1997. 44 pp.
- PORCEL Francisco, “Desarrollo Tecnológico en la historia de la humanidad: Inventores e Inventos. Tesla y las Centrales Hidroeléctricas”. Revista Digital. 2010. 04 pp.
- GUERRA Victoria del Valle, “Estudio de Factibilidad del Uso de Energías Eléctricas Alternativas en el Sur-Oeste de la Isla de Margarita Estado Nueva Esparta”. 2010. 33 pp.
- BETANCOUR Marcel, “Diseño de un módulo Interactivo de Generación Hidráulica de Energía Eléctrica” Trabajo de Grado para optar el Título de Ingeniero Mecánico. 2007. 16 pp.
- PELIKAN Bernaharb, "Manual de Pequeña Hidráulica", publicado por ESHA - European Small Hydropower Association. 2006. 03 pp.
- ACHILLES Jan, ACHILLES Knut y ACHILLES Stefanie; AC-TEC HYDROPOWER, AC-TEC S.R.L. In Caldero, South Tyrol, Italy. 09 pp.

ANEXOS

ANEXO N° 01

CALCULO DE LA DEMANDA DEL RECREO TURÍSTICO LA CATARATA							
I.- CALCULO DE LA DEMANDA POR EL AREA DE ACCIÓN*							
ITEM	REFERENCIA	potencia por m ² según tipo actividad (w/m ²)	area (m ²)		POTENCIA (kW)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (kW)
1.00	050-210 (b)	20.00	1462.00		29.24	1.00	29.24

(*) CNE TABLA N° 14 VER REGLA 050-210 - Ver tabla No. 01.

ANEXO N° 02

II.- CALCULO DE LA DEMANDA REAL POR EQUIPOS Y ACCESORIOS*							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	POTENCIA PLACA(kW)	DEMANDA (kW)	FACTOR DE SIMULTANIEDA D	MAXIMA DEMANDA (kW)
1.00	Reflectores	Equipo	6	0.40	2.40	0.50	1.20
2.00	Luminarias Vna	Equipo	14	0.07	0.98	0.50	0.49
3.00	Luces de Emergencia	Equipo	5	0.02	0.10	1.00	0.10
4.00	Televisor	Equipo	4	0.15	0.60	0.70	0.42
5.00	Equipo de sonido	Equipo	1	2.00	2.00	0.70	1.40
6.00	Focos Led	Und.	22	0.02	0.44	0.50	0.22
7.00	Congeladoras	Equipo	2	0.30	0.60	1.00	0.60
8.00	Refrigeradoras	Equipo	1	0.25	0.25	1.00	0.25
9.00	Frio bar	Equipo	1	0.15	0.15	1.00	0.15
10.00	Bombeo agua serv.	Equipo	1	1.50	1.50	0.50	0.75
11.00	Bombeo agua cascad	Equipo	2	0.75	1.50	0.80	1.20
12.00	Cocina Eléctrica	Equipo	2	4.00	8.00	0.50	4.00
13.00	Horno microondas	Equipo	2	2.00	4.00	0.30	1.20
14.00	Extractores frutas	Equipo	1	0.50	0.50	0.40	0.20
15.00	Licuadaora	Equipo	2	0.35	0.70	0.30	0.21
16.00	Maq. p/Cremolada	Equipo	1	1.50	1.50	0.50	0.75
17.00	Plancha electrica	Equipo	1	2.00	2.00	0.30	0.60
18.00	Aire Acodicioado	Equipo	2	2.50	5.00	0.50	2.50
19.00	Terma electrica	Equipo	4	5.00	20.00	0.50	10.00
TOTAL					52.22		26.24

(**) FUENTE PROPIA

FACTOR DE CARGA							87%
------------------------	--	--	--	--	--	--	------------

ANEXO N° 03

DETERMINACION DE LA POTENCIA EFECTIVA

CALCULO DE LA POTENCIA DEL GRUPO HIDRO - GENERADOR					
DATOS TECNICOS:					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	FORMULAS	VALOR	
1.00	POTENCIA EFECTIVA (P_e)	kW	$P_e = \rho \times g \times \eta_t \times \eta_g \times \eta_T \times Q \times H$	¿ ... ?	
2.00	ALTURA NETA (H_n)	m	$H_n = H_b - H_p \rightarrow H_n = 19.55 - 0.71900044$	18.83	
3.00	CAUDAL (Q)	m ³ /S	$Q = A \times V \rightarrow Q = 0.6534 \times 0.45$	0.30	
4.00	PESO ESPECIFICO AGUA (ρ)	kg/M ³		1	
5.00	RENDIMIENTO TURBINA (η_t)	%		0.75	
6.00	RENDIMIENTO GENERADOR (η_g)	%		0.92	
7.00	RENDIMIENTO TRANSMISION (η_T)	%		0.8	
8.00	GRAVEDAD (g)	m ² /S		9.81	
9.00	HORAS DE OPERACIÓN - AÑO (HOA)	H	$H_{Oper.Año} = 24 \times 365 - 2 \times 24$	8712	

ANEXO N° 04

CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO DE LA MINI CENTRAL HIDROELECTRICA LA CATARATA					
1. CALCULO DEL AREA REGULAR DEL CANAL ADUCTOR $A = \frac{B + b}{2} \times H$					
ITEM	DATOS	MEDIDA (m)		SECCION (m ²)	
		CANAL	UTIL	CANAL	SECCION UTIL
1	Base Mayor (B)	2.05	1.42	$A = \frac{2.05+1}{2} \times 1.10$	$A = \frac{1.42+1}{2} \times 0.54$
2	Base Menor (b)	1	1		
3	Altura (H)	1.10	0.54	1.6775	0.65

2. CALCULO DE LA VELOCIDAD PROMEDIO EN EL CANAL ADUCTOR $V = \frac{D}{V} \times K$

ITEM	DATOS	LONGITUD PRUEBA (m)	TIEMPO(S)	VELOCIDAD (m/S)
			CENTRO	
1	Flotador 1	20	35.50	$V = \frac{20}{35.3} \times 0.8$
2	Flotador 3		33.97	
3	Flotador 5		37.18	
4	Flotador 7		35.01	
5	Flotador 9		34.90	
	Promedio 1		35.31	0.45
	Factor Corrección K		0.8	

CALCULO DEL CAUDAL POR EL METODO DEL FLOTADOR $Q = A \times v$

ITEM	PARAMETRO	MEDIDA	CAUDAL (m³/S)	REF.INDICE
1	AREA (m²)	0.6534	$Q = 0.6534 \times 0.45$	1
2	VELOCIDAD (m/S)	0.45	0.30	

Anexo N° 05

CALCULO DE LA ALTURA POR EL METODO DE LA MANGUERA CON AGUA

PUNTO	TRAMO	ALTURA BRUTA O CAIDA (Hb) m	LONGITUD HORIZONTAL (m)	LONGITUD INCLINADA (m)
1	0	0	0	0
2	1-2	0.74	0	0
3	2-3	6.69	12.69	14.24
4	3-4	4.45	33.45	33.74
5	4-5	7.67	10.15	12.7
6	5-6	0	1.62	1.62
TOTAL		19.55	57.91	62.3

ANEXO N° 06

CALCULO DE LA POTENCIA DE LA MCH	
POTENCIA EFECTIVA GRUPO HIDRO-GENERADOR (kW)	30.19
$Pe = \rho \times g \times \eta_t \times \eta_g \times \eta_T \times Q \times H$	
$Pe = 1 \times 9.81 \times 0.75 \times 0.92 \times 0.8 \times 0.30 \times 18.83$	
ENERGÍA EFECTIVA GENERADA - AÑO (MW-H) (EEGA)	263.01
$EEGA = Pe \times HOA \times 1000$	

ANEXO N° 07

SELECCIÓN Y DISEÑO DE LA TURBINA PARA LA MINI CENTRAL HIDROELECTRICA			
OPCIÓN: TURBINA MECHELL BANKI			
RANGOS, FACTORES Y EFICIENCIA DEL MODELO MICHELL BANKI			
ITEM	PARAMETRO	RANGO	UNIDAD
RANGOS TEORICOS :			
1.00	VELOCIDAD ESPECIFICA	10-200	rpm
2.00	COSTO TURBINA MICHELL BANKI	450.00	\$/kW
3.00	COSTO TURBINAKAPLAN/FRANCIS	744.00	\$/kW
4.00	EFICIENCIA MAX.	0.80	%

CALCULOS PARA DETERMINAR LA ELECCIÓN DEL TIPO DE TURBINA

1. DATOS TECNICOS:			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
1.00	POTENCIA (P)	kW	30.19
2.00	ALTURA NETA (H)	m	18.83
3.00	CAUDAL (Q)	m ³ /s	0.30
4.00	PESO ESPECIFICO AGUA	kg/m ³	1
5.00	DIAMETRO RODETE (De)	m	0.35
6.00	FACTOR (f)		39.85
7.00	FACTOR ALTURA H5	m	2367849.74
8.00	FACTOR RAIZ CUADRADA DE H5		2727.42
9.00	FACTOR Φ		0.95
10.00	GRAVEDAD	m ² /s	9.81
11.00	FACTOR Ka PARA ANG. 60°		0.1443
12.00	FACTOR θ		0.33

2. CALCULO DE LA VELOCIDAD ESPECÍFICA Y VELOCIDAD ANGULAR

ITEM	DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDAD
1.00	NUMERO DE REVOLUCIONES (N)	$N = \frac{fx\sqrt{\pi xH}}{De}$	$N = \frac{39.85x\sqrt{(3.1416x18,83)}x39,85}{0.35}$	875.7 RPM
2.00	VELOCIDAD ESPECIFICA (Ns)	$Ns = Nx \frac{\sqrt{P}}{\sqrt[4]{\pi(H)^5}}$	$Ns = 875.7x \frac{\sqrt{30.19}}{\sqrt[4]{3.1416x(18.65)^5}}$	92.13 RPM

3. COSTO REFERENCIAL POR TIPO DE TURBINA

MICHELL	240	\$/KW
PELTON	400	\$/KW
FRANCIS	500	\$/KW
KAPLAN	400	\$/KW

Nota: Se elige una turbina del tipo Michell Banki, por encontrarse en el rango óptimo de la Velocidad Específica, por las condiciones de Caudal y Altura del Proyecto, sumando un costo menor por Kilowatt, frente a los modelos aplicables como una Francis, u una Kaplan.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA TURBINA MICHELL BANKI				
1. DIMENSIONAMIENTO TURBINA				
ITEM	DESCRIPCION	VALOR	FORMULA	UNIDAD
1.00	VELOCIDAD DEL CHORRO ©	32.4	$C = \Phi x \sqrt{\pi(2gxH)} \rightarrow$ $c = 0.95x\sqrt{3,1416x2(9.81x18.83)}$	m/S
2.00	ESPESOR DEL CHORRO (a)	0.05	$a = Ka x De \rightarrow$ $a = 0.1443 x 0.34$	m
3.00	DIAMETRO EXTERIOR RODETE (De)	0.34	$De = \frac{39x\sqrt{H}}{N} \quad De = \frac{39x\sqrt{18}}{875.7}$	m
4.00	DIAMETRO INTERIOR RODETE (Di)	0.23	$Di = 0.66 x De \rightarrow$ $Di = 0.66 x 0.19$	m
5.00	ANCHO DEL INYECTOR (B)	0.33	$B = \frac{Q}{De\sqrt{\pi x H} x \Phi}$ $B = \frac{0,30}{0,35x\sqrt{3,14x18,8} x 0,33}$	m
6.00	ANCHO DEL RODETE	0.42	$Br = 1,25 x B \rightarrow$ $Br = 1,25 x 0,33$	m
7.00	ANGULO DEL INYECTOR	16°	Entre 15° y 20° (Ver Tabla)	
8.00	NUMERO DE ALABES RODETE	30.00	Entre 24 y 30 Alabes (Ver tabla)	

ANEXO N° 08

DATOS TECNICOS PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA DE PRESIÓN				
ITEM	PARAMETRO	VALOR		UNIDAD
1.00	DIAMETRO TENTATIVO (De)	323.0	0.3230	m
2.00	DIAMETRO INTERNO (Di)	299.6	0.2996	m
3.00	LONGITUD TUBERIA (L)	62.300		m
4.00	RUGOSIDAD PVC (K)	0.009		m
5.00	FACTOR TURBULENCIA ING. TUBERIA (K1)	0.500		n
6.00	FACTOR TURBULENCIA CURVA 45° (K2)	0.200		Fact.
7.00	FACTOR DE TURBULENCIA VALVULA COMPUERTA (K3)	0.100		Fact.
8.00	FACTOR CORRECCION K _j y K _c PVC	1.000		Fact.
9.00	RESISTENCIA PVC (S)	28000000.00		Fact.

CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LA TUBERIA DE PRESIÓN					
CALCULOS PARA TUBERIA PVC CLASE-7.5					
ITEM	PARAMETRO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	
1.00	RUGOSIDAD RELATIVA (Rr)	$Rr = \frac{K}{Di}$	$Rr = \frac{0.009}{299.6}$	0.000030040	m
2.00	FACTOR DE FRICCIÓN (F)	$F = 1.27 \frac{Q}{Di} \times Rr$	$F = 1.27 \frac{0.3}{299.6} \times 0.000030040$	0.0000376998	m
3.00	PERDIDAS POR FRICCIÓN (Hf)	$Hf = 0.08 \frac{FXLxQ}{(Di)^5}$	$Hf = \frac{0.8 \times 0.0000376998 \times 62.3 \times (0.3)^2}{(0.2996)^5}$	0.00000044	m
4.00	VELOCIDAD DE TUBERIA (V)	$V = \frac{4Q}{\pi(Di)^2}$	$V = \frac{4 \times 0.30}{3.1416(0.2996)^2}$	4.20	m/S
5.00	PERDIDAS POR TURBULENCIA (Ht)	$Ht = \frac{V^2}{2a} (K_1 + K_2 + K_3)$	$Ht = \frac{(4.20)^2}{2(9.81)} (0.5 + 0.2 + 0.1)$	0.719	m
6.00	PERDIDAS DE CARGA TOTAL (Hp)	$Hp = Hf + Ht$	$Hp = 0.00000044 + 0.719$	0.719	m
7.00	PERDIDA % POR FRICCIÓN (P%)	$P\% = \frac{Hp \times 100}{H_B}$	$P\% = \frac{0.899 \times 100}{19.55}$	3.68	%
8.00	PRESIONES TRANSITORIAS (ΔH)	$\Delta H = \frac{axV}{g}$	$\Delta H = \frac{350 \times 4.20}{9.81}$	149.83	m
9.00	ALTURA TOTAL (H)	$H = \Delta H + H_B$	$H = 149.83 + 19.55$	169.38	m
10.00	ESPESOR PARED TEORICO (T)	$T = \frac{5xHtx10^6xDixKj}{S} + Kc$	$T = \frac{5 \times 0.719 \times 10^6 \times 0.2996 \times 1}{28000000} + 1$	9.06	m

*Se elegirá una tubería de PVC-U, para conducción de fluidos de alta presión, clase PN-7.5 (105 Lbs) de 12 pulgadas de diámetro (323.00 mm. Exterior y 299.60mm interior) con un espesor de 11.7 mm. Ver Tabla No. 02

ANEXO N° 09

SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN POR FAJAS TRAPEZOIDALES				
ITEM	PARAMETRO	VALOR	FORMULAS	UNIDAD
1.00	RELACION DE TRANSMISION (R_t)	2.1	$R_t = V_g/V_t \rightarrow R_t = 1800/875,7$	Veces
2.00	VELOCIDAD DE TURBINA (V_t)	875.7	$V_t = N$	rpm
3.00	VELOCIDAD DE GENERADOR (V_g)	1800	Placa Espec. Téc. Generador	rpm
4.00	POTENCIA (P)	30.19		kW
5.00	TIPO DE FAJA	B		
6.00	POTENCIA POR FAJA (P_f)	12.00		kW
7.00	NUMERO DE FAJAS (N_f)	2.5	$N_f = P/P_f \rightarrow N_f = 30,19/12$	Und
8.00	DIAMETRO POLE TURBINA (D_t)	0.31	$D_t = D_p \times R_t \rightarrow D_t = 0,15 \times 2,1$	m
9.00	DIAMETRO POLEA GENERADOR	0.15		m
10.00	DISTANCIA ENTRE EJES	0.8		m

ANEXO 10

ELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR DE ELECTRICIDAD				
GENERADOR SINCRONO SIN ESCOBILLAS AUTO EXCITADO				
ITEM	PARAMETRO	VALOR	FORMULAS	UNIDAD
1.00	POTENCIA APARENTE (P_a)	37.7	$P_a = P/0,8 \rightarrow P_a = 30,19/0,8$	kVA
2.00	VOLTAJE	380/220		V
3.00	FRECUENCIA	60.00		Hz
4.00	FACTOR DE POTENCIA	0.80		$\cos\phi$
5.00	VELOCIDAD	1800.00		rpm
6.00	EXCITACIÓN	AUTOEXCITADO		AVR
7.00	NUMERO DE POLOS	4		POLOS
8.00	PROCEDENCIA	NACIONAL		

ANEXO N° 11

ELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR DE ELECTRICIDAD				
<i>GENERADOR SINCRONO SIN ESCOBILLAS AUTO EXCITADO</i>				
ITEM	PARAMETRO	VALOR	FORMULAS	UNIDAD
1.00	POTENCIA APARENTE (P_a)	37.7	$P_a = P/0,8 \rightarrow P_a = 30,19/0,8$	kVA
2.00	VOLTAJE	380/220		V
3.00	FRECUENCIA	60.00		Hz
4.00	FACTOR DE POTENCIA	0.80		$\cos\phi$
5.00	VELOCIDAD	1800.00		rpm
6.00	EXCITACIÓN	AUTOEXCITADO		AVR
7.00	NUMERO DE POLOS	4		POLOS
8.00	PROCEDENCIA	NACIONAL		

ANEXO N° 12

1. PRESUPUESTO OBRAS CIVILES MCH LA CATARATA					
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
1,0	OBRAS PRELIMINARES				
1,1	Movilización y desmovilización de equipos	Glb.	1.00	1170.00	1170.00
1,2	Instalación de agua y luz provisionales	Glb.	1.00	315.00	315.00
1,3	Trazo y replanteo de edificaciones	Glb.	1.00	349.20	349.20
2,0	OBRAS PROVISIONALES				
2,1	Campamentos	m2	9.00	1050.00	9450.00
2,2	Carretera	Km	0.10	35000.00	3500.00
3,0	CAMARA DE CARGA				
3,1	Excavación en material suelto	m3	15.00	36.18	542.70
3,2	Concreto	m3	8.00	430.92	3447.36
3,3	Encofrado	m2	30.00	23.76	712.80
3,4	Acero fy=4,200Kg/cm2	kg	400.00	9.16	3664.00
4,0	CANAL DE DEMASIAS				
4,1	Excavación en superficie	m3	2.20	36.18	79.60
4,2	Concreto de superficie	m3	1.20	430.92	517.10
4,3	Encofrado superficie	m2	5.00	23.76	118.80
4,4	Acero fy=4,200Kg/cm2	kg	58.00	9.16	531.28
5,0	COMPUERTAS				
5,1	Comp. Met. de Izaje 3m, alto. Hoja 40x60	und	1.00	2500.00	2500.00
6,0	CONDUCTO FORZADO				
6,1	Excavación en superficie	m3	37.80	36.18	79.60
6,2	Concreto de superficie	m3	2.10	430.92	517.10
6,3	Encofrado	m2	8.00	23.76	118.80
6,4	Acero fy=4,200Kg/cm2	kg	80.00	9.16	531.28
6,5	Tubería de presión	kg	821.00	12.00	9852.00
7,0	CASA DE MAQUINAS				
7,1	Corte y Nivelación	Gbl	1.00	600.00	600.00
7,2	Excavación	m3	18.00	36.18	651.24
7,3	Concreto en edif. y cimentación.	m3	12.00	430.92	5171.04
7,4	Acero edif. Y cimentación	kg	480.00	9.16	4396.80
7,5	Concreto en columnas y vigas	m3	9.00	430.92	3878.28

7,6	Acero en columnas y vigas	kg	360.00	9.16	3297.60
7,7	Encofrado de columnas y vigas	m2	75.00	23.76	1782.00
7,8	Muros de ladrillo	Gbl.	1.00	3500.00	3500.00
7,9	Techo metálico con cobertura	Gbl	1.00	3500.00	3500.00
7,10	Pisos	Gbl	1.00	800.00	800.00
7,11	Carpintería de madera y fierro	Gbl	1.00	250.00	250.00
7,12	Instalaciones sanitarias	Gbl	1.00	1500.00	1500.00
8,0	CANAL DE DESCARGA				
8,1	Concreto	m3	0.70	430.92	301.64
8,2	Acero fy=4,200Kg/cm2	kg	28.00	9.16	256.48
	COSTO DIRECTO				67881.70
	GASTOS GENERALES	5%			3394.09
	DIRECCION+UTILIDAD	0%			0.00
	SUB-TOTAL				71275.79
	I.G.V.	0%			0.00
	COSTOS TOTAL INSTALADO				S/. 71,275.79

2. Costo de Suministro en S/. (Grupo Hidro-Generador con una Turbinas Michell Banki de 30KW)					
PARTIDA	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
1.00	Turbina Pelton	und	1.00	42000.00	42000.00
2.00	Generador	und	1.00	30000.00	30000.00
3.00	Regulador automático de velocidad	und	1.00	15000.00	15000.00
4.00	Válvula mariposa y junta montaje	und	1.00	2500.00	2500.00
5.00	Volante de inercia	und	1.00	800.00	800.00
6.00	Tablero de control y servicios auxiliares	und	1.00	9000.00	9000.00
	Costo total				S/. 99,300.00

3. Costo de Montaje Electromecánico de una central de 30 kW				
Partida	Rubro	H/m Participación	Sueldos S/.	Total S/.
1.00	Ingeniero Mecánico Electricista	0.50	4500.00	2250.00
2.00	Un Técnicos Mecánicos	0.50	1500.00	750.00
3.00	Un Técnico Eléctrico	0.50	1500.00	750.00
4.00	Un Ayudantes	0.50	850.00	425.00
	Alquiles de Equipos	1.00	800.00	800.00
	TOTAL S/.			S/. 4,975.00
COSTO TOTAL DE LA OBRA S/.				S/. 175,550.79
CAPACIDAD DE LA MINI CENTRAL (KW)				S/. 30.00
COSTO POR KW INSTALADO EN LA MINI CENTRAL (S/.)				S/. 5,851.69
COSTO POR KW INSTALADO EN LA MINI CENTRAL (US\$) (costo Dólar S/. 3.42)				1,711.02

ANEXO N° 13

COSTO ANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
Personal	COSTOS			Participación	Nº de Personal	Costo Anual S/.
	Unitario	Leyes Sociales	Total			
Jefe de Servicio (Propietario)	1,800	26%	2,268	25%	1	6,804.00
Operario	1,500	26%	1,890	50%	2	22,680.00
Materiales, Repuestos y Accesorios	300	100%	300	100%	1	3,600.00
Totales :	3,600		4,458		4	33,084.00
Mantenimiento mayor Over Haul c/ 5 años (20% del costo de la infraestructura electro mecanica d						S/. 19,860.00

ANEXO N° 14

CALCULO DE LOS INGRESOS ECONOMICOS DE LA MINI CENTRAL: OFERTA	
POTENCIA EFECTIVA GRUPO HIDRO-GENERADOR (KW)	30.19
ENERGÍA EFECTIVA GENERADA - AÑO(MW-H)	263.01
FACTOR DE CARGA DE LA MINI CENTRAL	0.87
ENERGÍA EFECTIVA GENERADA - AÑO/CONSUMO DEL RECREO TURISTICO LA CATARATA(KW-H)	228,602.88
TARIFA COMERCIAL DEL CONSESIONARIO DEL 04 NOVIEMBRE BT5-B NO RESIDENCIAL 2016 S/. POR KW-H	S/. 0.71
TARIFA SOSTENIBLE MINI CENTRAL LA CATARATA S/. POR KW-H	S/. 0.45
COSTO DE LA ENERGÍA CONSUMIDA POR EL RECREO TURISTICO LA CATARATA POR EL CONCESIONARIO	S/. 163,016.71
COSTO DE LA ENERGÍA CONSUMIDA POR EL RECREO TURISTICO LA CATARATA POR LA MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA CATARATA	S/. 102,871.30
ANALISIS COSTO - BENEFICIO DIRECTO DEL PROYECTO DE LA MINI CENTRAL HIDROELECTRICA LA CATARATA	
FINANCIAMIENTO CAPITAL PROPIO 20%	S/. 35,110.16
FINANCIAMIENTO BANCARIO 80%	S/. 140,440.63
INTERÉS ANUAL 12% EN 5 AÑOS	60%
MONTO INTERÉS ACUMULADO 5 AÑOS	S/. 84,264.38
COSTO FINAL DEL PROYECTO FINANCIADO EN 5 AÑOS	S/. 224,705.01
MONTO ANUAL A DEVOLVER	S/. 44,941.00
INGRESO ANUAL POR LA ENERGÍA GENERADA POR LA MINI CENTRAL	S/. 102,871.30
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	S/. 33,084.00
UTILIDAD NETA ANUAL	S/. 24,846.29

ANEXO N° 15

ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO DEL PROYECTO MINI CENTRAL HIDROELECTRICA LA CATARATA

ITEM	DETALLE DEL COMPONENTE	Año Base	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1.00	INVERSION	S/. -138,340.63	S/. 0.00				
2.00	INGRESOS TOTALES POR VENTA DE ENERGIA	S/. 0.00	S/. 51,435.65	S/. 72,009.91	S/. 82,297.04	S/. 92,584.17	S/. 102,871.30
3.00	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	S/. 0.00	S/. 33,084.00	S/. 33,084.00	S/. 33,084.00	S/. 33,084.00	S/. 52,944.00
4.00	UTILIDAD BRUTA (B-C)	S/. -138,340.63	S/. 18,351.65	S/. 38,925.91	S/. 49,213.04	S/. 59,500.17	S/. 49,927.30
5.00	VAN	S/. 17,388.80					
6.00	TIR	15%					

EL PRESIDENTE DE LA COMISION DE USUARIOS CHILILIQUE - MONTEGRANDE

A SOLICITUD DEL INTERESADO INFORMA:

Que el Canal Chililique tiene un longitud de 4.5 Km. Lineales, desde la bocatoma ubicada en la quebrada denominada "Amojú", hasta la pequeña catarata ubicada cerca de la Universidad Alas Peruanas. La bocatoma al igual que el canal, está construida de concreto armado vibrado, cuenta con un Desarenador, compuertas de fierro y un aliviadero para épocas de lluvias. Asimismo informo que, la dotación del caudal de agua se mide a través de un regla a escala, del 1.0 al 10 por puntos de agua; y cada un punto equivale a 120 Litros de agua por segundo, siendo su máximo caudal en tiempos de lluvia de 10 puntos, que equivale a 1200 L/Seg. Y el Mínimo en tiempo de Estiaje de 5 puntos, que equivale a 600 L/Seg. De los cuales, 138 L/Seg. Son distribuidos a los diferentes Asociaciones para consumo de agua potable (Apromos = 120L/seg., Los sectores de San Martin y San Luis = 12 L/Seg., Apromos Alto = 4 L/Seg.; Llegando a su punto final un promedio de 464 L/Seg. Los cuales sirven para regar un promedio de 577 Hectáreas, de arroz, Pan llevar, fincas de Cacao, naranjas, mangos, etc. Y pastos e invernadas para la ganadería. Asegurando de antemano un continuo riego permanente, para la producción y productividad de la zona. Es todo cuanto informo a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente, de acuerdo a los constantes programas de riego, que se operan, para mantener siempre activos a los usuarios regantes.

Nuevo Horizonte, 05 de Noviembre de 2016.

COMISIÓN DE USUARIOS
Sub Sector Hidráulico
Chililique - Montegrando
Percy Alvarado Díaz
Percy Alvarado Díaz
DNI: 27685405
PRESIDENTE

Percy Alvarado Díaz

DNI 27685405

Presidente de la Comisión de Usuarios

Chililique – Montegrando

TABLAS

TABLA N° 01

Watts por metro cuadrado y factores de demanda para acometidas y alimentadores para predios según tipo de actividad

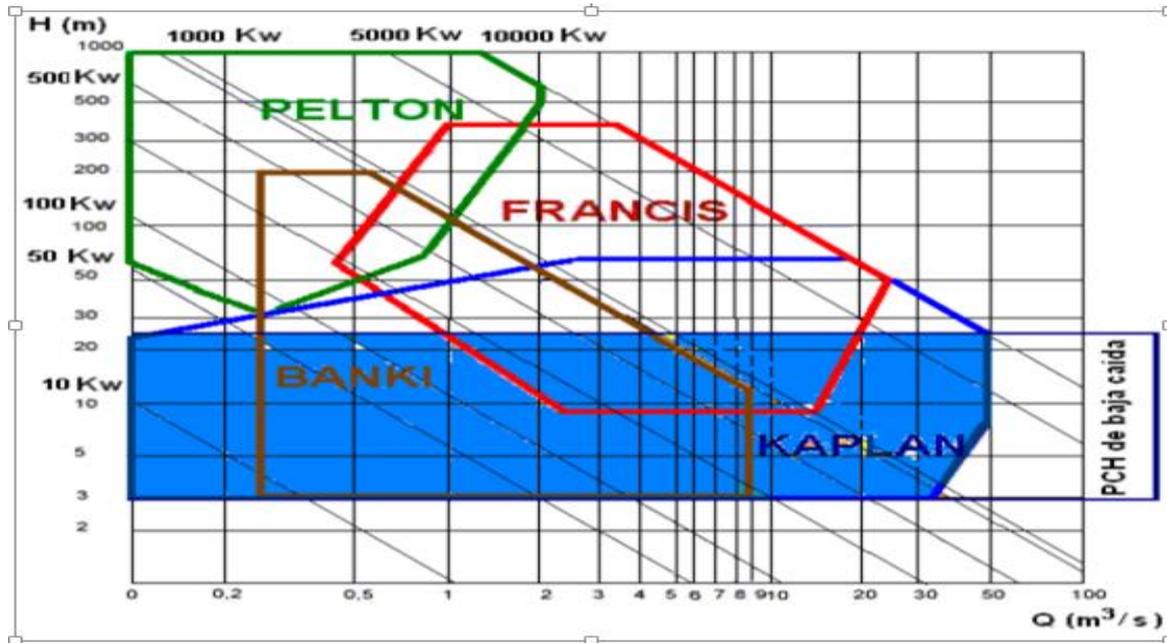
Tipo de actividad	Watts por metro cuadrado	Factor de demanda %	
		Conductores de acometida	Alimentadores
Bodegas, Restaurantes,	30	100	100
Oficina :			
• Primeros 930 m ²	50	90	100
• Sobre 930 m ²	50	70	90
Industrial, Comercial	25	100	100
Iglesias	10	100	100
Garajes	10	100	100
Edificios de Almacenaje	5	70	90
Teatros	30	75	95
Auditorios	10	80	100
Bancos	25	100	100
Barberías y Salones de Belleza,	30	90	100
Clubes	20	80	100
Cortes de Justicia	20	100	100
Hospedajes	15	80	100
Viviendas		100	100

TABLA N° 02

Tabla 12. Valores de k según la profundidad y el material del riachuelo		
Tipo de canal o río	Profundidad del agua en el centro del lecho	Factor k
Canal revestido con concreto	Mayor de 0.15 m	0.80
Canal de tierra	Mayor de 0.15 m	0.70
Río o riachuelo	Mayor de 0.15 m	0.50
Riachuelos o canales de tierra	Menor de 0.15 m	0.50 a 0.25

Fuente: DÁVILA C, [et.al] *Manual Soluciones Prácticas “Diseño e instalación de micro centrales hidroeléctricas”*. Lima, 2010. 54 pp.

TABLA N° 03



Fuente: Adriana Castro (2007, pág., 42) Mini Centrales Hidroeléctricas (m³ /S)

TABLA N° 04

MODELO: R313

Utiliza generador síncrono

Rango de Operación:

Potencia : 20 a 100 KW

Altura : 20 a 220 m

Caudal : 20 a 700 litros/seg.

Potencia	Valor FOB (*)
30 KW	US\$ 32,500
40 KW	US\$ 39,500
50 KW	US\$ 45,900
60 KW	US\$ 53,900
80 KW	US\$ 60,100
100 KW	US\$ 71,000



[Solicitar Cotización](#)

(*) Los precios son referenciales y considera generadores de 1800 rpm. Para precisar los precios solicite una cotización

TABLA N° 05

NTP 399.002 : 2002

Tubo de PVC-U para conducción de fluidos a presión

PN - 5 (75 Lbs)

O Diam. Nominal (Pulgada)	O ext. (Mm)	CÓDIGO	Longitud (m.)	e (mm)	O Int. (mm)	PESO (Kgs)
2"	60.00	TUB016	5.00	1.80	56.40	2.374
*2 ½"	73.00	TUB017	5.00	1.80	69.40	2.904
3"	88.50	TUB018	5.00	2.20	84.10	4.302
4"	114.00	TUB019	5.00	2.80	108.40	7.055
6"	168.00	TUB020	5.00	4.10	159.80	15.227
8"	219.00	TUB021	5.00	5.30	208.40	25.665
10"	273.00	TUB022	5.00	6.70	259.60	36.301
12"	323.00	TUB023	5.00	7.90	307.20	56.407

PN - 7,5 (105 Lbs)

O Diam. Nominal (Pulgada)	O ext. (Mm)	CÓDIGO	Longitud (m.)	e (mm)	O Int. (mm)	PESO (Kgs)
*1 ¼"	42.00	TUB024	5.00	1.80	38.40	1.640
*1 ½"	48.00	TUB025	5.00	1.80	44.40	1.884
2"	60.00	TUB026	5.00	2.20	55.60	2.881
*2 ½"	73.00	TUB027	5.00	2.60	67.80	4.148
3"	88.50	TUB028	5.00	3.20	82.10	6.185
4"	114.00	TUB029	5.00	4.10	105.80	10.210
6"	168.00	TUB030	5.00	6.10	155.80	22.379
8"	219.00	TUB031	5.00	7.90	203.20	37.79
10"	273.00	TUB032	5.00	9.90	253.20	59.022
12"	323.00	TUB033	5.00	11.70	299.60	82.532



Características técnicas

Físico - Mecánico	
Peso Específico	: 1.42 gr/cm ³ a 25° C
Absorción del agua	: < 40 gr/m ²
Estabilidad Dimensional a 150° C	: < 5%
Coefficiente de dilatación térmica	: 0.08 mm/m/°C
Constante dieléctrica a 10 ³ - 10 ⁶ HZ	: 3 - 3.8
Inflamabilidad	: autoextinguible
Coefficiente de fricción	: n = 0.009, C Hazen & William = 150
Punto Vicat	: ≥ 77° C
Termo - Eléctricas	
Tensión de diseño	: 100 kg/cm ³
Resistencia a la tracción	: 560 kg/cm ³
Resistencia a la flexión	: 750 -780 kg/cm ³
Resistencia a la compresión	: 610 -650 Kg/cm ³
Módulo de Elasticidad	: 30000 kg/cm ³

Fuente: NTP 399.002-2002

TABLA N° 06

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA PRESIÓN NTP 399.002 : 2015

Diámetro Exterior		Longitud		Clase 5 SDR 41 72 PSI (5 bar)		Clase 7.5 SDR 27.7 108 Psi (7.5 bar)		Clase 10 SDR 21 145 PSI (10 bar)		Clase 15 SDR 14.3 215 PSI (15 bar)	
Nominal (Pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Útil (metros)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg x tubo)	Espesor (mm)	Peso (Kg x tubo)
1/2" (l)	21.0	5.00	4.97	-	-	-	-	1.8	0.841	1.8	0.841
3/4" (l)	26.5	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.082	1.8	1.082
1	33.0	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.365	2.3	1.717
1 1/4"	42.0	5.00	4.96	-	-	1.8	1.758	2.0	1.943	2.9	2.755
1 1/2"	48.0	5.00	4.96	-	-	1.8	2.020	2.3	2.554	3.3	3.584
2"	60.0	5.00	4.95	1.8	2.544	2.2	3.088	2.9	4.021	4.2	5.692
2 1/2"	73.0	5.00	4.94	1.8	3.111	2.6	4.444	3.5	5.905	5.1	8.407
3	88.5	5.00	4.93	2.2	4.608	3.2	6.625	4.2	8.593	6.2	12.385
4	114.0	5.00	4.90	2.8	7.562	4.1	10.944	5.4	14.244	8.0	20.597
6	168.0	5.00	4.86	4.1	16.326	6.1	23.995	8.0	31.099	11.7	44.432
8	219.0	5.00	4.82	5.3	27.519	7.9	40.521	10.4	52.713	15.3	75.730
10	273.0	5.00	4.77	6.7	43.353	9.9	63.290	13.0	82.130	19.0	117.269
12	323.0	5.00	4.73	7.9	60.487	11.7	75.585	15.4	98.105	22.5	164.301

(l) Sello Sedapal para 21mm y 26.5mm según especificación técnica SEDAPAL.



(*) Certificación
NFS INASSA
NTP 399.166

(*) Certificación
NFS INASSA
NTP 399.002

(*) Certificación
NFS INASSA
NTP 399.003

Fuente: NTP 399.002-2015

TABLA N° 07

Empresa: Electro Oriente S. A.

Pliego Tarifario Sector Interconexión Vigencia

BAGUA - JAEN ▼

4Nov/2016 ▼ 2 SEIN

	MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA	
			Sin IGV	
TARIFA MT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y			
TARIFA BT5B:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E			
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.18	
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kWh	71.31	
TARIFA BT5B	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E			MCTER-Sin IGV
Residencial	a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kWh por mes			
	0 - 30 kWh			
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.10	3.10
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kWh	52.08	44.12
	31 - 100 kWh			

TABLA N° 08**TIPO DE CAMBIO DÓLAR NOVIEMBRE 2016**

SUNAT
Tipo de Cambio

NOVIEMBRE - 2016

Tipo de Cambio publicado al:

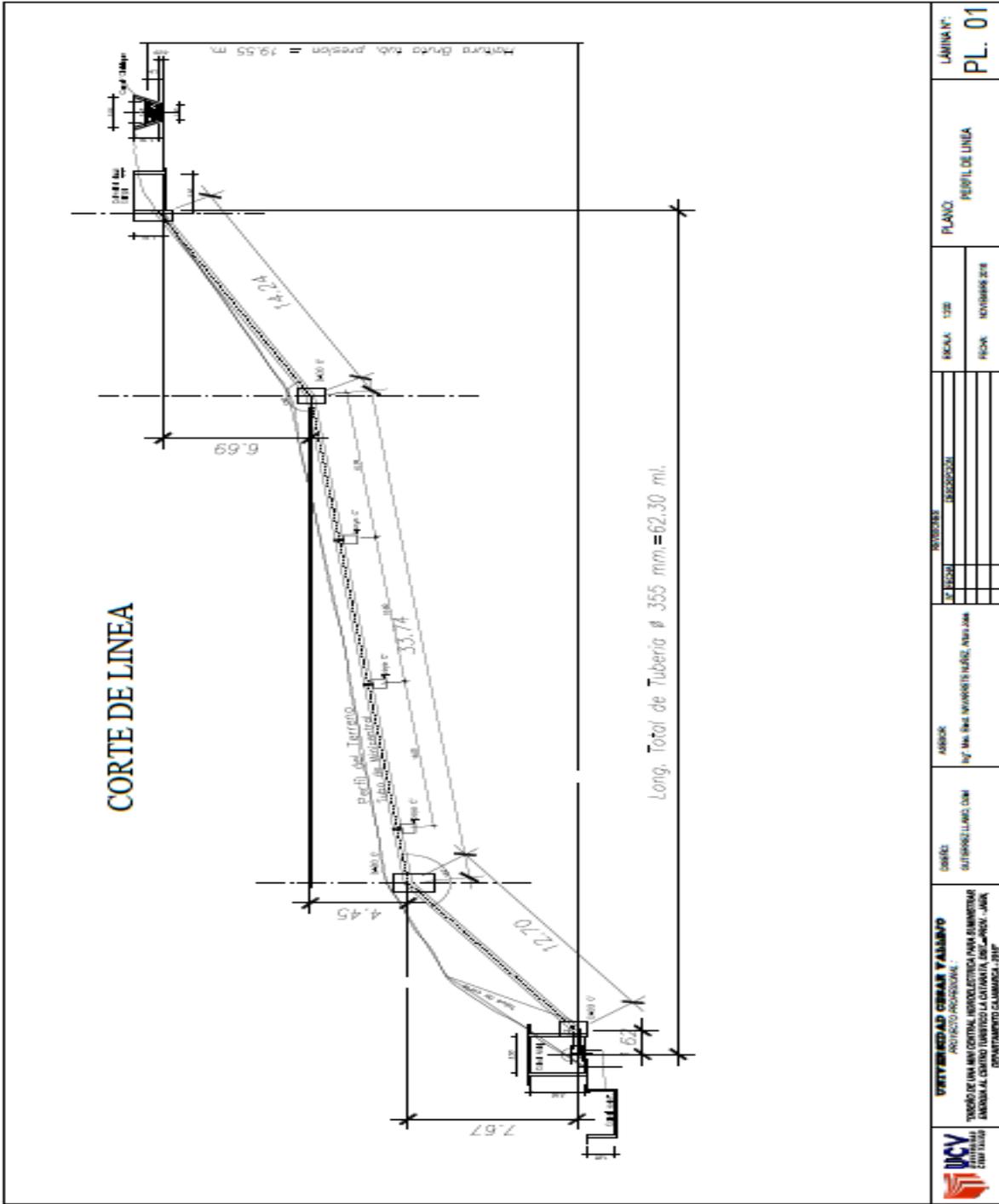
Día	Compra	Venta									
1	3.360	3.365	3	3.378	3.380	4	3.375	3.380	5	3.381	3.385
8	3.372	3.376	9	3.359	3.364	10	3.376	3.377	11	3.400	3.406
12	3.408	3.413	15	3.415	3.423	16	3.421	3.424	17	3.411	3.418
22	3.412	3.416	23	3.416	3.421	24	3.423	3.426	25	3.414	3.420
26	3.413	3.418	29	3.411	3.416	30	3.418	3.422			

Notas:

- 1.- El tipo de cambio publicado corresponde a la cotización de cierre de la SBS del día anterior.*
- 2.- En los días que no se cuente con tipo de cambio publicado, se deberá tomar el del día inmediato anterior.*
- 3.- Para efectos del Impuesto a la Renta, se deberá tomar el tipo de cambio de cierre, al 31 de Diciembre del ejercicio correspondiente.*

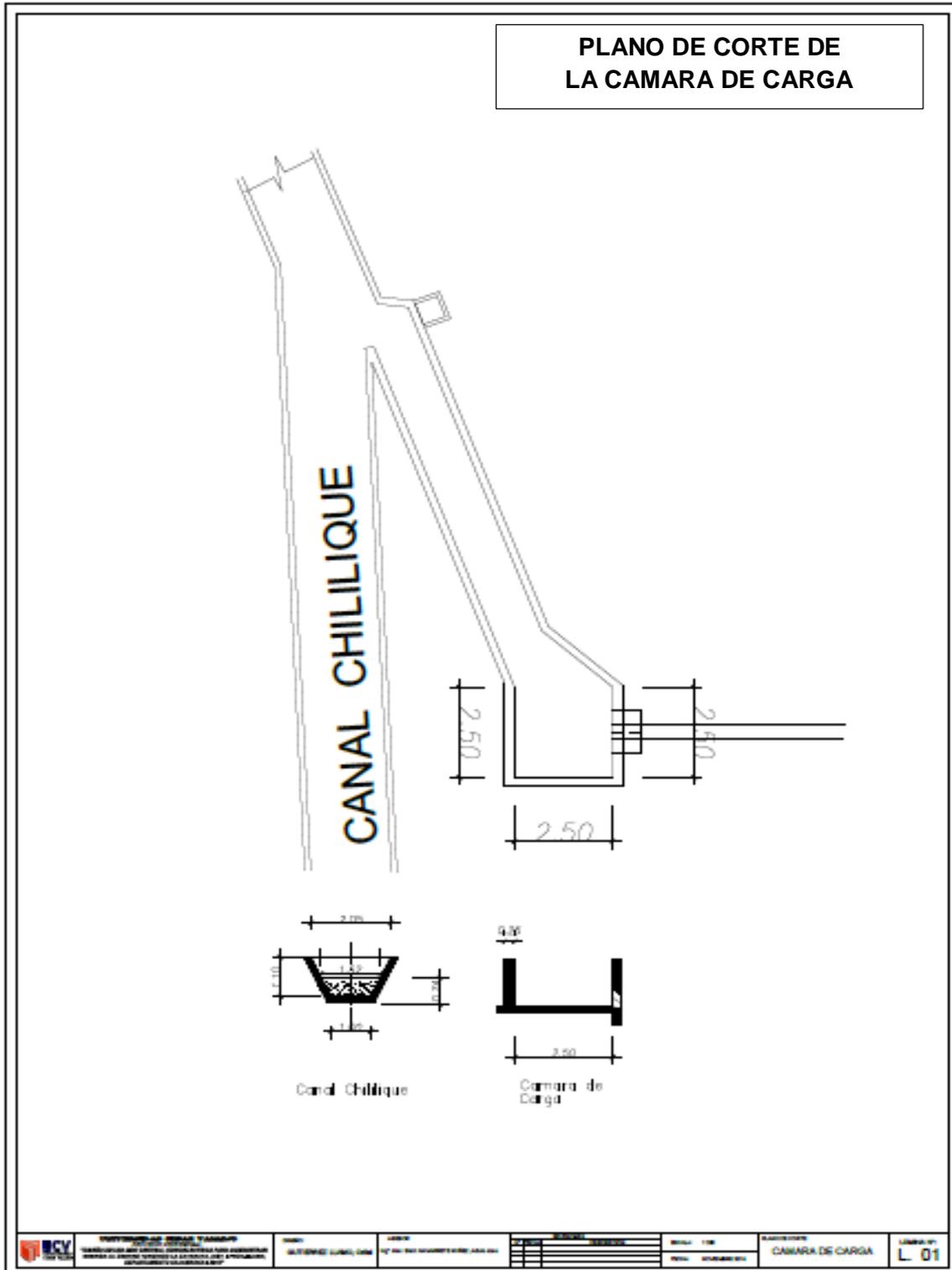
PLANOS

PLANO N° 03

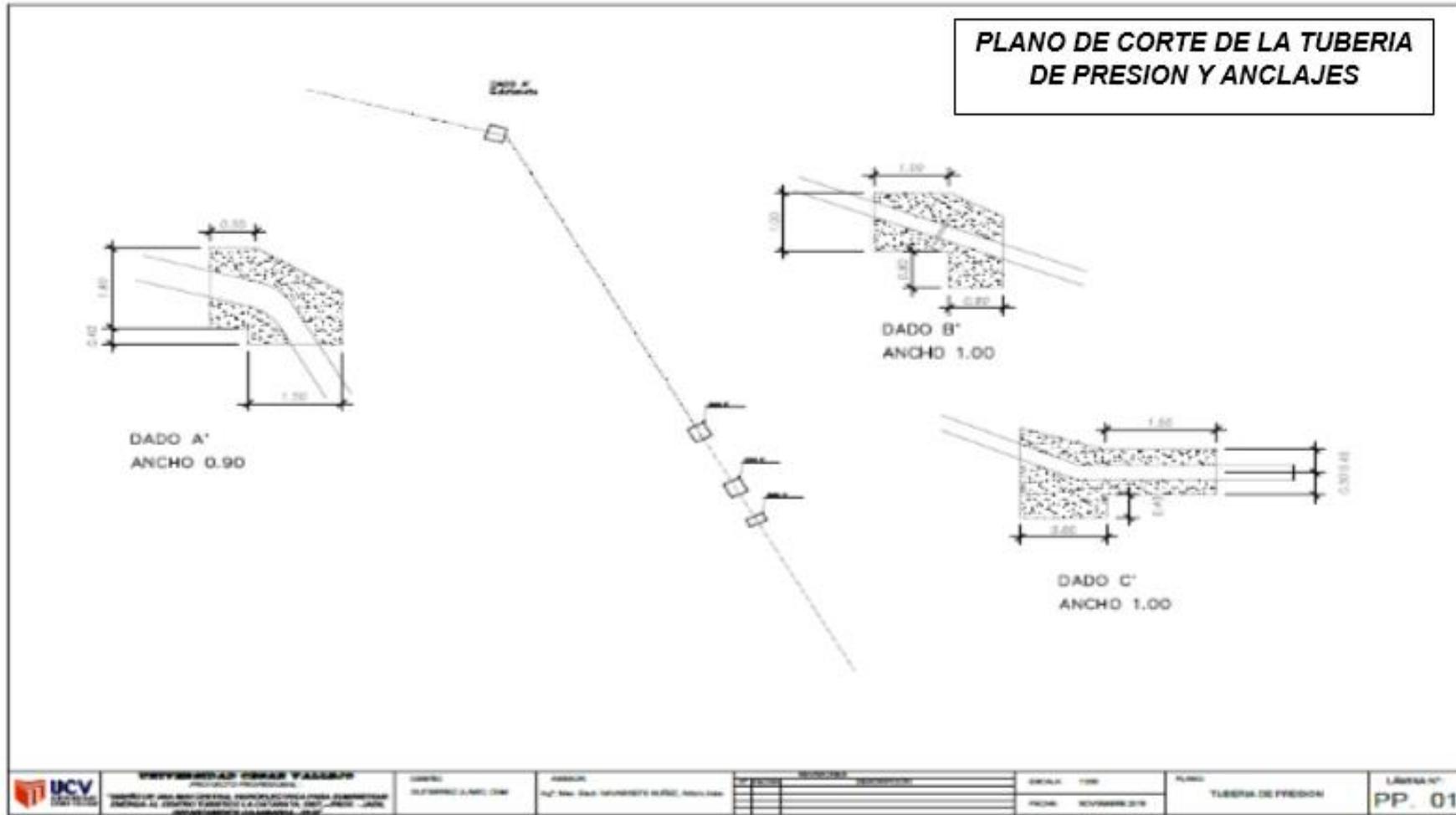


<p>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO PROYECTO PROFESIONAL: TRONCO DE UNA RED CENTRAL HIDROELÉCTRICA PARA ALIMENTAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DEPARTAMENTO DE LA AMAZONIA, 2018</p>	SERVICIO: DISEÑO DE LÍNEA CON AUTOPROTECCIÓN	AUTOR: ING. MARCELO MANRIQUE NÚÑEZ, AYOJAMA	NÚMERO: 03-2020	ESCALA: 1:20 FECHA: NOVIEMBRE 2018	PLANO: PERFIL DE LÍNEA	LÁMINA N°: PL. 01
	DEPARTAMENTO DE LA AMAZONIA, 2018					

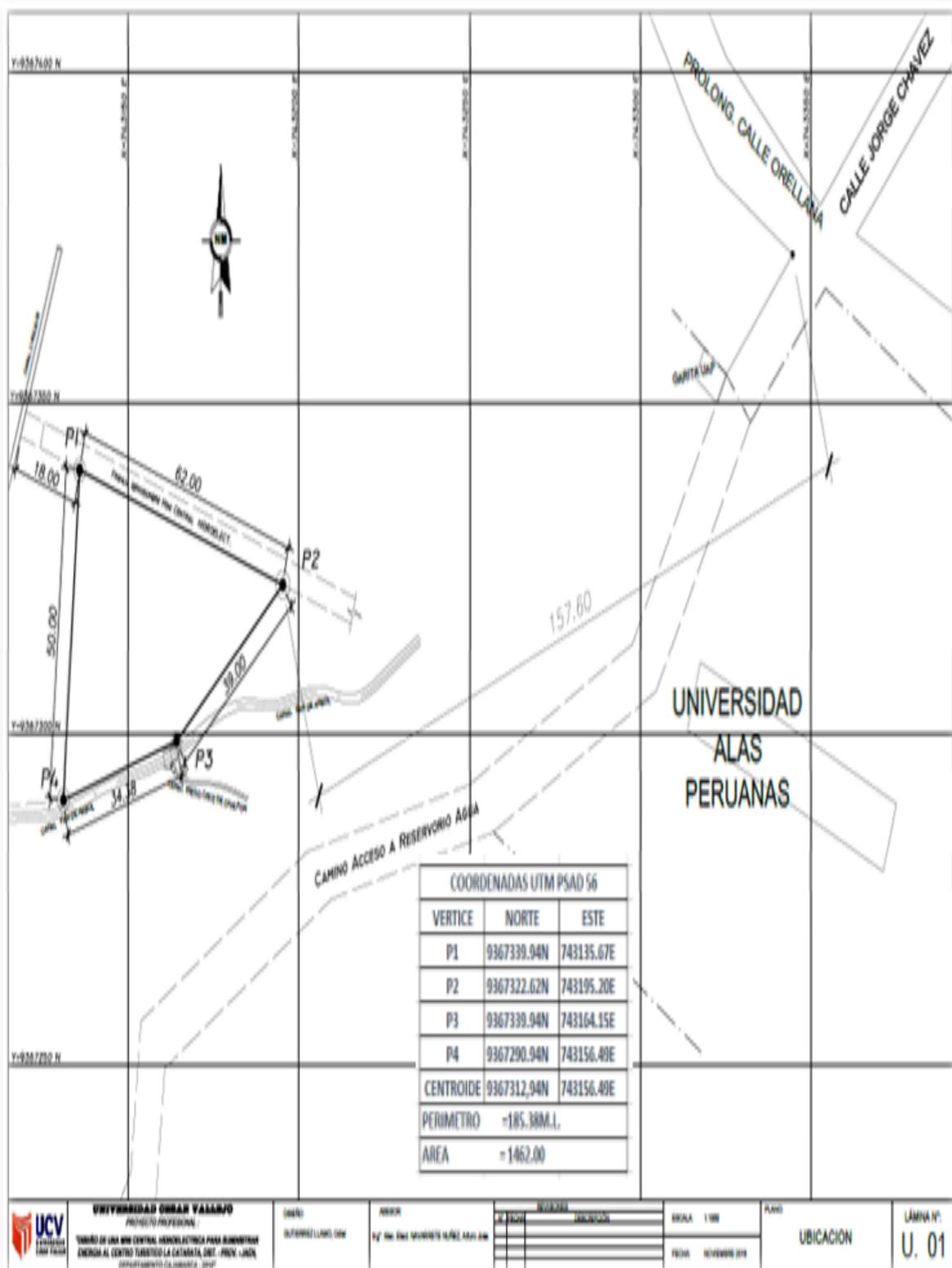
PLANO N° 05



PLANO N° 06



PLANO N° 07



ANEXO FOTOGRAFICO

FOTO N° 01



Bocatoma canal Chilique.



FOTO N° 02



Reglaje a escala: Al inicio del canal Chililique.

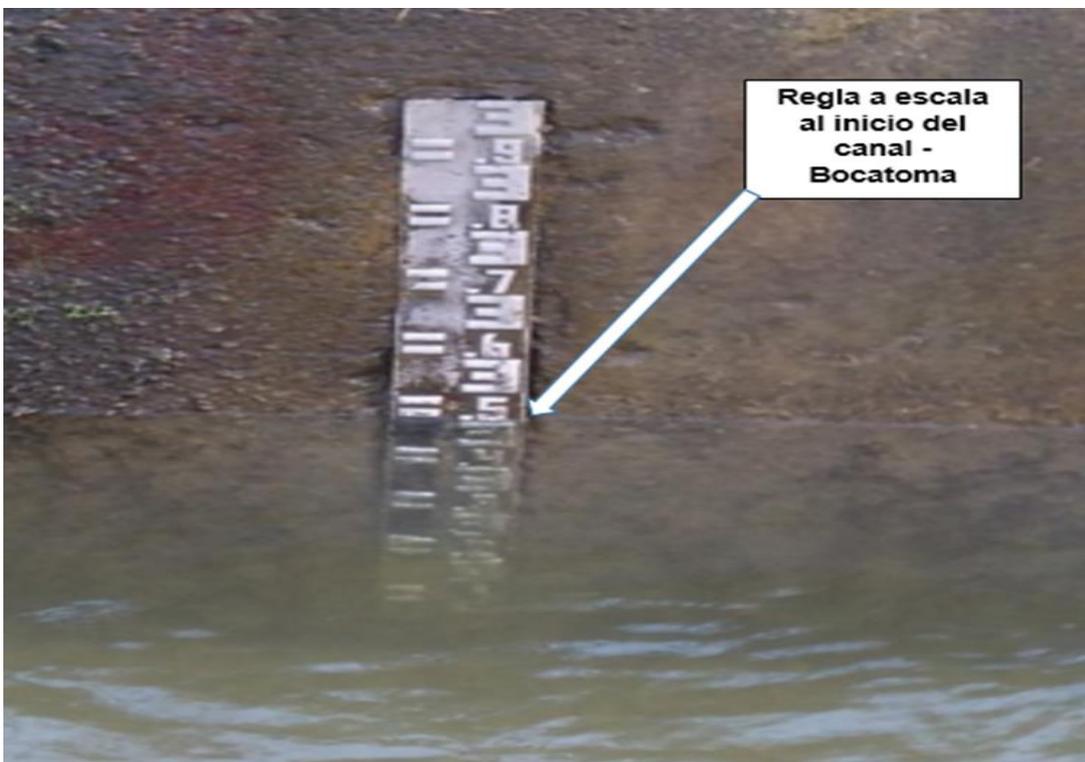


FOTO N° 03



Cubicación del canal





Método del Flotador





FOTO N° 04



Medición método de la manguera







FOTO N° 05



Turbina: Michell Banki **Fuente:** <http://www.ac-tec.it>

FOTO N° 06

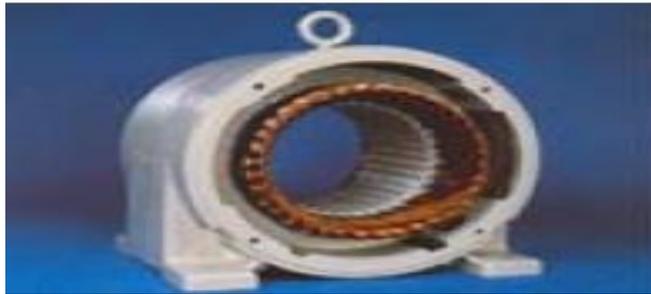


Imagen del estator y del roto de un generador Síncrono.

- **Fuente:** CRIOLLO y QUEZADA. “Diseño de una central de energía Hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca”, 2011. 41 pp.

FOTO N° 07



Grupo de apoyo: Mis 02 Hijos y el Ing. Andrés A. Becerra Montalvo

FOTO N° 08



MIS 02 MOTORS Y MOTIVOS PARA SEGUIR LUCHANDO Y SUPERÁNDOME EN LA VIDA